



Sveučilište u Zagrebu

AGRONOMSKI FAKULTET

Tvrtko Jelačić

**Prednosti primjene abrazivnog
predtretmana u procesu sušenja šljive**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2018



University of Zagreb

FACULTY OF AGRICULTURE

Tvrtko Jelačić

Advantages of abrasive pre-treatment application in plum drying process

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2018



Sveučilište u Zagrebu

AGRONOMSKI FAKULTET

Tvrtko Jelačić

**Prednosti primjene abrazivnog
predtretmana u procesu sušenja šljive**

DOKTORSKI RAD

Mentor:
prof.dr.sc. Sandra Voća

Mentor:
prof.dr.sc. Verica Dragović-Uzelac

Zagreb, 2018.



University of Zagreb

FACULTY OF AGRICULTURE

Tvrtko Jelačić

Advantages of abrasive pre-treatment application in plum drying process

DOCTORAL THESIS

Supervisor:
Prof. Sandra Voća, PhD

Supervisor:
Prof. Verica Dragović-Uzelac, PhD

Zagreb, 2018.

Bibliografska stranica

Bibliografski podatci:

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti

Znanstveno polje: Poljoprivreda

Znanstvena grana: Voćarsvo

Institucija: Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet,

Voditelji doktorskog rada: Prof. dr. sc. Sandra Voća, Prof.dr.sc. Verica Dragović Uzelac

Broj stranica: 118

Broj slika: 34

Broj tablica: 32

Broj grafikona: 19

Broj priloga: 0

Broj literaturnih referenci: 191

Datum obrane doktorskog rada:

Sastav povjerenstva za obranu doktorskog rada:

1. Doc.dr.sc. Jana Šic Žlabur

docentica Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

2. Izv. prof. dr. sc. Martina Skendrović Babojelić,

izvanredna profesorica Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

3. Prof. dr. sc. Nada Vahčić

redovita profesorica Prehrambeno biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Rad je pohranjen u:

Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu, Ulica Hrvatske bratske zajednice 4 p.p. 550, 10 000 Zagreb,

Knjižnici Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog Fakulteta, Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb.

Tema rada prihvaćena je na sjednici Fakultetskog vijeća Agronomskog Fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, održanoj dana 9.3.2017., te odobrena na sjednici Senata Sveučilišta u Zagrebu, održanoj dana 13.06.2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA O IZVORNOSTI

Ja, Tvrtko Jelačić, izjavljujem da sam samostalno izradio doktorski rad pod naslovom:

**PREDNOSTI PRIMJENE ABRAZIVNOG PREDTRETMANA U PROCESU SUŠENJA
ŠLJIVE**

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedini autor ovoga dokorskog rada;
- da je doktorski rad izvorni rezultat mog rada te da se u izradi istoga nisam koristio drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni;
- da sam upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl.19).

Zagreb, 2.07.2018. godine

Potpis doktoranda

Ocjena doktorskog rada

Disertacija je obranjena na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, 2018. pred povjerenstvom u sastavu:

1. doc. dr. sc. Jana Šic Žlabur

docentica Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

2. izv. prof. dr. sc. Martina Skendrović Babojelić

izvanredna profesorica Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

3. prof. dr. sc. Nada Vahčić

redovita profesorica Prehrambeno biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Informacije o mentorima

Mentor 1:

prof. dr. sc. Sandra Voća

Prof. dr. sc. Sandra Voća je od 1998. godine do danas zaposlena na Zavodu za poljoprivrednu tehnologiju, skladištenje i transport pri Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, a od rujna 2017. izabrana je u nastavno zvanje redovita profesorica. Znanstvena djelatnost dr. sc. Sandre Voća odvija se u okvirima kvalitete voća povrća i prerađevina, prerade voća i povrća te primjena tehnoloških postupaka obrade hortikulturnih sirovina kao i neinvazivnih metoda obrade hortikulturnih sirovina. Rezultate svojih istraživanja osim u časopisima koji su indeksirani u Web of Science objavljivala je i u časopisima koji pripadaju u skupinu a2 radova odnosno indeksirani su u CAB bazi podataka kao i u Zbornicima radova međunarodnih kongresa koji su priznati kao a3 skupina radova. Kao autor ili koautor ukupno objavila 87 znanstvenih radova, 18 radova objavila je kao autor ili koautor u časopisima sa međunarodno priznatom recezijom, odnosno iz skupine a1, a 33 u a2 skupini. Također je objavila 28 radova registriranih u a3 skupini koji su ujedno i dokaz njenog sudjelovanja na međunarodnim znanstvenim skupovima. Kao koautor s prof. dr. sc. Nadicom Dobričević i doc.dr.sc. Janom Šic Žlabur, napisala je fakultetski priručnik „Priručnik za vježbe iz modula prerada voća i povrća“ te „Kvaliteta voća, povrća i prerađevina – priručnik za vježbe“. Aktivno sudjeluje u izvođenju nastave na preddiplomskim i diplomskim studijima te doktorskom studiju. Uvela je nove kolegije na studijima Poljoprivredna tehnika i Hortikultura. Ukupno je u nastavi sudjelovala 19 godina te je tijekom tog razdoblja bila voditelj 33 obranjena diplomska i završna rada te član povjerenstva za još 30 obranjenih diplomskih i završnih radova. U koautorstvu sa studentima objavila je 7 radova. Bila je suradnica međunarodnog projekta „COST 863 Euroberry research: From genomics to sustainable production, quality and health“ (2005-2010), voditeljica VIP projekta „Suvremene tehnologije sušenja šljive uz uštedu energije“ (Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja; 2012.-2014). Aktivno je sudjelovala na znanstveno-istraživačkim projektima: „Nutritivna vrijednost plodovitog i subtropskog povrća“ i „Bioraznolikost samoniklog voća“ (Znanstveni projekti - Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2006-2012); „Uzgoj povrća u hidroponima“ (VIP - Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva 2000-2002); „Uzgoj jagode u hidroponima“ (VIP - Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva 2003-2005). Bila je tehnički urednik zbornika radova s Međunarodnog i Hrvatskog kongresa tehnologa za posliježetvenu tehnologiju „Zrnko“ (2000. godine) te gost urednik znanstvenog časopisa Poljoprivredna znanstvena smotra (Vol. 74; No.3) u kojem su objavljeni radovi s 3. Međunarodnog i 20. Hrvatskog kongresa tehnologa za posliježetvenu tehnologiju „Zrnko 2008“. Od 2012. do danas je član uređivačkog odbora časopisa Poljoprivredna znanstvena smotra (ACS). Prof.dr.sc. Sandra Voća 2010. bila je na CEEPUS stipendiji na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu u trajanju od 30 dana. Održala je u sklopu CEEPUS stipendije tri predavanja na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu: Sušenje voća i povrća; Berba i fiziološko biokemijski procesi tijekom skladištenja povrća; Kvaliteta voćnih vrsta proizvedenih u Republici Hrvatskoj. Član je HAZU, Znanstvenog vijeća za poljoprivredu i šumarstvo, Sekcije za preradu poljoprivrednih proizvoda i biotehnologiju.

Mentor 2:

prof. dr. sc. Verica Dragović-Uzelac

Prof. dr. sc. Verica Dragović-Uzelac diplomirala je 1993. godine na Prehrambeno-biotehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, smjer Biokemijsko inženjerstvo. Godine 1994. zaposlila se kao znanstveni novak na PBF-u, u Zavodu za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo, Laboratoriju za procese konzerviranja i preradu voća i povrća. Na istoimenom fakultetu u znanstveno zvanje znanstvenog savjetnika u trajnom zvanju za znanstveno područje (4) Biotehničke znanosti, znanstveno polje (4.05) Prehrambena tehnologija izabrana je 22. rujna 2017. godine, te u zvanje redovitog profesora 2012. godine.

Bila je voditeljica te suradnica na brojnim znanstveno-istraživačkim, razvojnim i stručnim projektima financiranim iz nacionalnih izvora te fondova EU, među kojima su najznačajniji: "Sour cherry Marasca (*Prunus cerasus* var. *Marasca*) as an ingredient for functional food; IPA Component IIIC Regional Competitiveness Operational Programme 2007-2011; Science and Innovation Investment Fund"; "Application of innovative technologies for production of plant extracts as ingredients for functional food" - (IT-PE-FF), Hrvatska zaklada za znanost (2014.-2018.); "The application of innovative technologies in bioactive compounds isolation from organic waste in the wine production", Operatinal Programme Regional Competitiveness 2007-2013., Call: "Sthrengthening capacities for research, development and innovation" – MRRFEU/MZOS (2014.-2016.). Voditeljica je radnog paketa - Phase 2: Identification, extraction, optimization and purification of biomolecules, "CENTRE OF EXCELLENCE FOR MARINE BIOPROSPECTING- BioProCro" (2017.-2022.). Bila je suradnica na međunarodnom znanstvenom projektu "Processing Raw Materials into Excellent and Sustainable End products while Remaining Fresh (FP7-KBBE-2009-3)". Objavila je velik broj znanstvenih radova i to 43 rada iz skupine a1, 15 radova iz skupine a2 i 24 rada iz skupine a3.

Sudjeluje kao koordinator ili suradnik u izvođenju nastave na više predmeta preddiplomskih, diplomskih te poslijediplomskom studiju. Uvela je dva nova predmeta i to "Začinsko i aromatsko bilje" te "Biološki aktivne komponente u hrani i mehanizmi djelovanja". Na poslijediplomski specijalistički studij "Kvaliteta i sigurnost hrane" uvela je predmet "Autentičnost prehrambenih proizvoda". Pod mentorstvom prof. dr.sc. Verice Dragović-Uzelac izrađeno je 42 završna, 58 diplomskih radova, 2 magistarska rada te 6 doktorata znanosti. Od 2009. do 2013. godine bila je predstojnica Zavoda za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo, a od 2013. godine pročelnica je Laboratorija za procese sušenja i praćenje stabilnosti biološki aktivnih spojeva. Bila je predsjednik te član brojnih odbora te predsjednica Organizacijskog odbora 7. i 9. međunarodnog kongresa prehrambenih tehnologa, biotehnologa i nutricionista. Suradnik je Akademije tehničkih znanosti Hrvatske, Znanstvenog vijeća za poljoprivredu i šumarstvo Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti, Društva sveučilišnih nastavnika i ostalih znanstvenika u Zagrebu, Društva prehrambenih tehnologa, biotehnologa i nutricionista, te Hrvatskog društva za jagodasto voće. Članica je uređivačkih odbora časopisa "Food Technology and Biotechnology". Dobitnica je brojnih nagrada i odličja od kojih su najznačajnije: Godišnja državna nagrada za značajno znanstveno dostignuće, 2015. godine; Godišnja državna nagrada za popularizaciju i promidžbu znanosti, 2012. godine; Nagrada Ministarstva regionalnog razvoja i fondova EU za 2. najuspješniji lokalni EU projekt u Republici Hrvatskoj 2010.-2012. (Višnja Maraska kao sastojak funkcionalne hrane), 2013. godine; Nagrada Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta za objavljene radove u priznatim međunarodnim časopisima te izniman uspjeh u znanstveno-istraživačkom i nastavnom radu, 2014. godine te RegioStars priznanje za jedan od 5 najuspješnije provedenih projekata iz operativnog programa: Regional Competitiveness 2007-2013. Call: "Sthrengthening capacities for research, development and innovation", Brisel, 2016. Sudjelovala je u izradi brojnih tehnoloških elaborata, projekata, studija, projektne dokumentacije za centre kompetencija, poduzetničke inkubatore i sl., te je aktivno uključena u suradnju s malim srednjim i velikim poduzećima. Recenzirala je veći broj projekata apliciranih za financiranje iz fondova EU.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici prof. dr. sc. Sandri Voća na stručnom vođenju, davanju smjernica prilikom izrade doktorskog rada te razumijevanju, strpljenju i mnogobrojnim savjetima.

Zahvaljujem prof. dr. sc. Verici Dragović-Uzelac na mentorstvu, stručnom vodstvu, razumijevanju i nesebičnoj pomoći tijekom izrade doktorske disertacije.

Zahvaljujem se svim zaposlenicima i suradnicima Zavoda za poljoprivrednu tehnologiju, skladištenje i transport Agronomskog fakulteta u Zagrebu, a posebno doc. dr. sc. Jani Šić Žlabur na nesebičnoj pomoći i mnogobrojnim savjetima prilikom izrade doktorskog rada.

Zahvaljujem se svim zaposlenicima i suradnicima Zavoda za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda te Zavoda za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo Prehrambeno biotehnološkog fakulteta u Zagrebu na stručnoj pomoći u provođenju istraživanja.

Zahvaljujem se kolegicama i kolegama iz Zavoda za voćarstvo, Hrvatskog centra za poljoprivredu, hranu i selo u Zagrebu, a posebno kolegici dr. sc. Bernardici Milinović na strpljenju i pomoći tijekom izrade doktorskog rada.

Posebno se zahvaljujem svojoj obitelji koja mi je bila neizmjerena podrška prilikom pisanja doktorske disertacije.

SAŽETAK

Cilj istraživanja je bio utvrditi utjecaj sorte i primjene abrazivnog predtretmana na vrijeme sušenja, stabilnost biološki aktivnih spojeva, senzorska svojstva i nutritivni sastav suhe šljive u odnosu na konvencionalne predtretmane. Istraživanje je provedeno na plodovima triju sorti šljive 'Bistrica', 'President' i 'Topend plus' ubranim u pokusnom nasadu Zavoda za voćarstvo Hrvatskog centra za poljoprivredu, hranu i selo u Donjoj Zelini. Nakon provedenih pomoloških (masa, visina, širina i debljina ploda) i fizikalno-kemijskih analiza (tvrdoća, topljiva suha tvar, ukupna suha tvar, pH vrijednost, ukupna kiselost i boja ploda) u vrijeme berbe, na plodovima namijenjenim sušenju izvršeno je sortiranje, pranje i otkoštavanje plodova. Prije postupka sušenja plodovi šljive tretirani su s jedanaest različitih kombinacija predtretmana: abrazijom pri tri različita vremena vrtnje cilindra 5, 10 i 15 minuta obloženog inertnim abrazivnim materijalom PW 400 uz konstantnu rotaciju cilindra od 120 rpm, potapanjem plodova u lužnату otopinu KOH različitih koncentracija (0,5, 1 i 1,5 %) pri temperaturi 22 i 60 °C u intervalu od 60 sekundi, kao i potapanje plodova u destiliranu vodu pri istim temperaturama i istom vremenskom intervalu. Plodovi su sušeni u komornoj sušnici pri konstantnoj temperaturi od 42 °C i brzini strujanja zraka 2,0 ms⁻¹ do 35 % vode u plodu. Razlike između ocjene kvantitativne deskriptivne analize i fizikalno-kemijskih svojstva ploda različitih sorti s obzirom na predtretmane statistički su analizirane odgovarajućim modelima analize varijance (ANOVA).

Sva analizirana pomološka svojstva razlikovala su se između istraživanih sorti šljive. Predtretman je značajno utjecao na vrijeme sušenja. Najkraće vrijeme sušenja utvrđeno je kod predtretmana abrazijom 15 minuta kod svih sorti, a slijede predtretmani s KOH na 60 °C svih triju koncentracija (0,5, 1 i 1,5 %) te abrazijom 5 i 10 minuta. Na vrijednosti morfoloških svojstava osušenih plodova značajno je utjecala sorta. Predtretman je značajno utjecao na boju osušenog ploda. Veća degradacija boje kože ploda utvrđena je kod uzoraka koji su tretirani s KOH svih koncentracija na temperaturi od 60 °C, tj. ista je imala nižu kromatsku vrijednost L^* i više kromatske vrijednosti a^* i b^* , plodovi su razvili tamnu boju. Plodovi tretirani abrazijom u svim vremenima vrtnje zadržali su poželjnu svojstvenu boju šljive, tj. kod njih je izmjerena viša kromatska vrijednost L^* i niže kromatske vrijednosti a^* i b^* . Sorta 'Bistrica' u interakciji sa svim predtretmanima najbolje je ocijenjena za poželjna senzorna svojstva boje, okusa, sočnosti, arome i žvakavosti osim za svojstvo mirisa koje je najbolje ocijenjeno kod sorte 'Topend plus', dok su nepoželjna svojstva izražena kod sorte 'President'. Predtretmani abrazijom pozitivno su utjecali na poželjna senzorska svojstva: boju, okus, sočnost, aromu i gumoznost/žvakavost kod svih sorti u istraživanju. Udio ukupnih fenola, hidroksicimetnih kiselina i flavonola značajno se razlikovao s obzirom na sortiment i ovisio je o predtretmanima. Predtretmani s KOH koncentracije 1,5 % pri obje temperature pozitivno su utjecali na očuvanje bioaktivnih spojeva. Sorta 'Topend plus' imala je najveću količinu ukupnih fenola, hidroksicimetnih kiselina i flavonola kod svih predtretmana u odnosu na druge sorte.

Ključne riječi: sortiment šljive, predtretmani, vrijeme sušenja, senzorska svojstva, biološki aktivni spojevi

Advantages of abrasive pre-treatment application in plum drying process

Plum (*Prunus domestica* L.) is mostly represented in the EU market as fresh or industrially processed as dried fruit. Production technology of dried plums is based on fruit drying at high temperatures between 85 and 90 °C, with less fruit water content between 20 and 26 %. This type of fruit dehydration at high temperatures has an influence on fruit quality decrease in a form of texture, colour, taste and bioactive components loss along with high energy consumption. In order to keep the texture, colour and taste as well bioactive components of dried fruits, drying at lower temperatures of 50 °C, with higher final fruit water content of 35 % is used. Essential parameters in cultivar selection intended for drying are fruit size, congruent ratio of total soluble solids, total acids, and easiness of stone removal as well initial fruit water content. Plum fruits intended for drying have to be picked at optimum harvest window which is determined during continuous monitoring of basic pomological characteristics such as fruit mass and size as well as physical and chemical parameters - fruit firmness, total soluble solids content, total acids and pH. Plum drying process is slow and energy demanding process due to waxy layer that covers plum fruit skin. Removal of waxy layer which enables free movement of water is therefore needed by means of fruit surface treatment. Pre-treatments are dissolving the waxy layer which consequently creates microscopic fractures thus enabling water movement. Pre-treated fruits are drying significantly faster from untreated fruits. Cultivars used in this research – 'Bistrica', 'President' and 'Topend plus', were treated with 11 different pre-treatments: abrasion of 5, 10 and 15 minutes, KOH in solution concentration of 0.5, 1.0 and 1.5 % at temperature of 22 °C, KOH in solution concentration of 0.5, 1.0 and 1.5 % at temperature of 60 °C and with distilled water at two temperatures (22 and 60 °C).

Results

Higher precipitation during the vegetation season in which the research was conducted as well as lower than average temperatures during fruit ripening had influence on fruit firmness, pomological characteristics, dry matter content, total soluble solids content and total acids. Pomological characteristics of fresh plum fruit (weight, height, width and thickness of fruit as well as weight, length, width and thickness of stone) are cultivar dependant. Cultivars 'President' and 'Topend plus' had highest weight as well as height, width and thickness of fruits in comparison to cv 'Bistrica'.

For all cultivars in the research a significantly shorter drying time of samples pre-treated with abrasion of 10 and 15 minutes, as well as with alkaline solution (KOH) of 1.0 and 1.5 % concentration at 60 °C was determined. Parameters such as temperature, solvent types and concentration have a significantly influence on drying time of plum fruits. Higher temperature (60 °C) and usage of solvent of higher concentration (1.5 %) had significantly reduced drying time of plum fruits of all cultivars in the research.

Values of morphological characteristics of dried fruits were significantly influenced by pre-treatment. Cv 'Bistrica' had higher weight, height, width and thickens of dried fruit at samples pre-treated with abrasion; for cv 'President' it was highest at KOH pre-treatments of all concentrations at temperature of 22 °C; for cv 'Topend plus' it was the highest at pre-treatment with KOH of all three concentrations at temperature of 60 °C.

Abrasive pre-treatment had a positive influence on sensory characteristics of dried fruits, especially on intensity of dark blue/black colour, plum-like taste, sweetness, juiciness, plum-like aroma and chewiness of all three cultivars in the research. The highest sensory scores were noted for dried fruits treated with abrasive pre-treatment in duration of 10 minutes. Cv 'Bistrica' irrespective of pre-treatment had the highest scores for following sensory characteristics: intensity of dark blue/black colour, plum-like taste, sweetness, juiciness and

plum-like aroma as well as for chewiness. Cv 'Topend plus' had the higher scores for flavour and firmness/texture sensory characteristics of dried fruits.

The highest content of bioactive compounds (total phenols, total hidroxicinnamic acids and total flavonols) was determined in dried fruits of all three plum cultivars treated with chemical and thermal pre-treatments, whilst the lowest values of mentioned bioactive compounds were determined in fruits pre-treated with abrasion. KOH treatment of 1 and 1.5 % concentrations at temperatures of 22 and 60 °C had positive influence on the content of bioactive compounds. Cv 'Topend plus' had the highest content of all researched bioactive compounds irrespective of used pre-treatment in comparison to cv 'Bistrica' and 'President'.

Conclusions

Advantages of chemical pre-treatment application are manifested in significant shortening of drying time and in preservation of bioactive compounds, whilst the main disadvantage lies in waste disposal of used chemical reagents and their negative environmental impact. Use of innovative and ecologically acceptable technique of abrasive pre-treatment of plums fruits shortens the drying time in comparison to conventional pre-treatments (chemical and thermal). Efficiency comparison of different pre-treatments used within this research leads to a conclusion that abrasive pre-treatments contribute to preservation of sensory and qualitative fruit characteristics as well as to nutritive values. This type of plum fruits pre-treatments can in the near future replace completely chemical pre-treatments of plum fruits.

Key words: plum, pre-treatments, drying time, sensory characteristics of dried fruits

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Hipoteze istraživanja	3
1.2. Ciljevi istraživanja	3
2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA (LITERATURE)	4
2.1. Biljni materijal	4
2.1.1. Sistematika i rasprostranjenost šljive	4
2.1.2. Morfologija šljive	5
2.1.3. Značaj šljive	5
2.2. Proizvodnja šljive u svijetu i Republici Hrvatskoj	6
2.2.1. Sortiment šljive u proizvodnji u Republici Hrvatskoj	8
2.2.2. Kvaliteta svježih plodova šljive	9
2.2.3. Pomološka i fizikalna svojstva svježih plodova šljive	10
2.2.4. Kemijski sastav svježih plodova šljive	10
2.2.5. Fenolni spojevi šljive	15
2.3. Kvaliteta suhe šljive	18
2.4. Berba plodova šljive	20
2.5. Tehnologija prerade suhe šljive	20
2.5.1. Predtretmani	21
2.5.2. Otkoštčavanje plodova	22
2.5.3. Sušenje	23
2.5.4. Uređaji za sušenje	27
2.5.5. Klasiranje i pakiranje osušenih plodova	30
2.6. Senzorska svojstva suhih šljiva	31
3. MATERIJAL I METODE RADA	34
3.1. Materijal rada	34
3.1.1. Pokusni nasad šljive	34
3.1.2. Biljni materijal	35
3.1.3. Kvaliteta svježih plodova šljive	40
3.1.4. Priprema plodova za sušenje	40
3.1.5. Sušenje plodova šljiva	44
3.2. Metode rada	45
3.2.1. Određivanje pomoloških i fizikalno-kemijskih svojstava plodova šljive	45
3.2.2. Određivanje ukupne suhe tvari plodova šljiva	46
3.2.3. Senzorska procjena suhih plodova šljiva	47
3.2.4. Određivanje ukupnih fenola, hidroksicimetnih kiselina i flavonola suhih plodova šljive	48
3.2.5. Statistička analiza	49
4. REZULTATI	50
4.1. Analiza ekoloških uvjeta	50
4.1.1. Klimatske prilike	50

4.2. Berba.....	51
4.2.1. Optimalni rok berbe	51
4.3. Pomološka i morfološka svojstva svježih plodova šljive	52
4.3.1. Masa, visina, širina/duljina, debljina svježeg ploda i koštice	52
4.3.2. Boja kože svježeg ploda	53
4.4. Fizikalno - kemijska svojstva svježih plodova šljive	54
4.4.1. Tvrdća ploda mjerena destruktivno i nedestruktivno	54
4.4.2. Osnovni kemijski sastav svježeg ploda šljive	54
4.4.3. Polifenolni spojevi u svježim plodovima šljive	55
4.5. Sušenje i fizikalna svojstva osušenih plodova šljiva	56
4.5.1. Vrijeme sušenja plodova istraživanih sorti šljiva	56
4.5.2. Fizikalna svojstva, boja i organoleptička svojstva osušenih plodova sorti 'Bistrice', 'President' i 'Topend plus'	70
4.5.3. Organoleptička svojstva osušenih plodova šljiva	80
4.6. Biološki aktivni spojevi	91
5. RASPRAVA.....	95
5.1. Utjecaj klimatskih prilika na razvoj ploda šljive	95
5.2. Vrijeme berbe	95
5.3. Pomološka i morfološka svojstva svježih plodova šljive	96
5.4. Fizikalno - kemijska svojstva svježih plodova šljive	97
5.5. Sušenje	98
5.6. Fizikalna svojstva osušenog ploda	100
5.7. Boja sušenog ploda	101
5.8. Senzorska procjena.....	101
5.9. Biološki aktivni spojevi	102
6. ZAKLJUČAK.....	105
7. POPIS LITERATURE.....	107

Popis tablica:

- Tablica 1. Ukupna proizvodnja šljiva u RH od 2010. do 2015. godine izražena u tonama (DZS, 2016)
- Tablica 2. Osnovni kemijski sastav u svježem plodu šljive na 100 g (USDA, 2016)
- Tablica 3. Sadržaj vitamina u svježem plodu šljive na 100 g (USDA, 2016)
- Tablica 4. Sadržaj minerala u svježem plodu šljive na 100 g (USDA, 2016)
- Tablica 5. Kemijski sastav suhog ploda šljive u 100 grama ploda (USDA, 2016)
- Tablica 6. Europski dizajn plodova za suhe šljive u 0,5 kg (UNECE standard DDP-07,2003)
- Tablica 7. Dizajn eksperimenta provedenih predtretmana na plodovima šljiva sorti 'Bistrice', 'President' i 'Topend plus'
- Tablica 8. Oštećenje kožice ploda nakon predtretiranja svježih plodova šljiva
- Tablica 9. Obrazac za senzorsko ocjenjivanje (deskriptivnu analizu)
- Tablica 10. Fizikalno-kemijska svojstva svježih plodova sorti 'Bistrice', 'President' i 'Topend plus' tijekom različitih rokova berbi (n = 30)
- Tablica 11. Prosječna masa, visina, širina i debljina svježeg ploda u sorti 'Bistrice', 'President' i 'Topend plus' (n = 30)
- Tablica 12. Prosječna masa, duljina, širina i debljina koštice sorti 'Bistrice', 'President' i 'Topend plus' (n = 30)
- Tablica 13. Kromatske vrijednosti svježeg ploda sorti 'Bistrice', 'President' i 'Topend plus'
- Tablica 14. Prosječna tvrdoća ploda istraživanih sorata ovisno o metodi utvrđivanja destruktivno i nedestruktivno
- Tablica 15. Osnovni kemijski sastav svježih plodova šljiva, istraživanih sorata
- Tablica 16. Polifenolni spojevi u svježim plodovima šljive
- Tablica 17. Polinomne jednadžbe II. stupnja krivulja sušenja uzoraka plodova šljive sorte 'Bistrice'
- Tablica 18. Derivacije polinomnih jednadžbi II. stupnja krivulja sušenja uzoraka plodova šljive sorte 'Bistrice'
- Tablica 19. Polinomne jednadžbe II. stupnja krivulja sušenja uzoraka plodova šljive sorte 'President'
- Tablica 20. Derivacije polinomnih jednadžbi II. stupnja krivulja sušenja uzoraka plodova šljive sorte 'President'
- Tablica 21. Polinomne jednadžbe II. stupnja krivulja sušenja uzoraka plodova šljive sorte 'Topend plus'
- Tablica 22. Derivacije polinomnih jednadžbi II. stupnja krivulja sušenja uzoraka plodova šljive sorte 'Topend plus'

- Tablica 23. Analiza varijance (ANOVA) fizikalnih svojstava osušenog ploda sorte 'Bistrica'
- Tablica 24. Analiza varijance (ANOVA) fizikalnih svojstava osušenog ploda sorte 'President'
- Tablica 25. Analiza varijance (ANOVA) fizikalnih svojstava osušenog ploda sorte 'Topend plus'
- Tablica 26. Klasirani plodovi sorti 'Bistrica', 'President' i 'Topend plus' nakon sušenja
- Tablica 27. Analiza varijance (ANOVA) kromatskih vrijednosti osušenih plodova sorte 'Bistrica'
- Tablica 28. Analiza varijance (ANOVA) kromatskih vrijednosti osušenih plodova sorte 'President'
- Tablica 29. Analiza varijance (ANOVA) kromatskih vrijednosti osušenih plodova sorte 'Topend plus'
- Tablica 30. Analiza varijance (ANOVA) sadržaja ukupnih fenola, hidroksicimetnih kiselina i flavonola osušenih plodova sorte 'Bistrica'
- Tablica 31. Analiza varijance (ANOVA) sadržaja ukupnih fenola, hidroksicimetnih kiselina i flavonola osušenih plodova sorte 'President'
- Tablica 32. Analiza varijance (ANOVA) sadržaja ukupnih fenola, hidroksicimetnih kiselina i flavonola osušenih plodova sorte 'Topend plus'

Popis slika:

- Slika 1. Shematski dijagram strukture kože ploda (Yeats i Rose, 2013)
- Slika 2. Klasifikacija polifenola (Määttä-Riihinen i sur., 2004)
- Slika 3. Derivati hidroksicimetne kiseline
- Slika 4. Kemijska struktura flavonola (kvercetina)
- Slika 5. Dijagram sušenja (Lovrić, 2003)
- Slika 6. Sušenje plodova šljive pomoću sunčeve energije i vjetra na otvorenom (www.poljoprivreda.info)
- Slika 7. Jednostavna sušnica (Radić, 1905)
- Slika 8. Modificirana sušnica (Radić, 1908)
- Slika 9. Komorna sušnica (Grabowski, 2005)
- Slika 10. Tunelska istostrujna sušnica (Grabowski, 2005)
- Slika 11. Trakasta sušnica (Grabowski, 2005)
- Slika 12. Pokušalište Zavoda za voćarstvo, Hrvatskog centra za poljoprivredu, hranu i selo u Donjoj Zelini (Foto: D. Polić, 2014)
- Slika 13. Stabla šljive u pokusnom nasadu Zavoda za voćarstvo, Hrvatskog centra za poljoprivredu, hranu i selo
- Slika 14. Standardne agrotehnoške mjere njege i zaštite nasada šljive

- Slika 15. Plod sorte 'Bistrice'
- Slika 16. Plod sorte 'President'
- Slika 17. Plod sorte 'Topend plus'
- Slika 18. a) otkoštčavanje plodova; b) plodovi prekriveni s voštanom prevlakom; c) uklonjena voštana prevlaka; d) plodovi isprani i ocijeđeni na papirnatim ručnicima
- Slika 19. a) primjena abrazivnog predtretmana uz korištenje cilindra; b) potapanje plodova u destiliranoj vodi pri 60 °C
- Slika 20. Izgled plodova šljive nakon provedenih predtretmana
- Slika 21. Komorna sušnica Buchner AG, Typ 20B
- Slika 22. Senzorski analitičari u provedbi senzorskog ocjenjivanja
- Slika 23. Izgled plodova nakon 20 h sušenja
- Slika 24. Izgled osušenih plodova nakon završetka sušenja
- Slika 25. Prikaz intenziteta svojstva ovisno o predtretmanu
- Slika 26. Intenzitet pojedinog svojstva po sortama
- Slika 27. Intenzitet boje smeđe/crno (BSC) po sortama i predtretmanima
- Slika 28. Intenzitet boje tamno plavo/crno (BITC) po sortama i predtretmanima
- Slika 29. Intenzitet boje sivo (BIS) po sortama i predtretmanima
- Slika 30. Intenzitet mirisa na šljivu (MS) po sortama i predtretmanima
- Slika 31. Intenzitet okusa na šljivu (OSL) po sortama i predtretmanima
- Slika 32. Intenzitet slatkog okusa (OSO) po sortama i predtretmanima
- Slika 33. Intenzitet kiselog okusa (OK) po sortama i predtretmanima
- Slika 34. Intenzitet arome na šljivu (AS) po sortama i predtretmanima

Popis grafikona:

- Grafikon 1. Svjetska proizvodnja šljive izražena u postocima (FAOSTAT, 2016)
- Grafikon 2. Zastupljenost sortimenta šljive u Republici Hrvatskoj izražena u postocima (APPRRR, 2017)
- Grafikon 3. Zastupljenost sorti i broj stabala šljive (APPRRR, 2017)
- Grafikon 4. Klima dijagram za meteorološku postaju Zagreb 2014. godine
- Grafikon 5. Gubitak sadržaja vode (%) tijekom sušenja netretiranih plodova šljive sorte 'Bistrice'
- Grafikon 6. Gubitak sadržaja vode (%) tijekom sušenja plodova šljive sorte 'Bistrice' tretiranih abrazijom tijekom 5, 10 i 15 min
- Grafikon 7. Gubitak sadržaja vode (%) tijekom sušenja plodova šljive sorte 'Bistrice' tretiranih različitim koncentracijama KOH (0,5, 1 i 1,5 %) pri 22 °C

- Grafikon 8. Gubitak sadržaja vode (%) tijekom sušenja plodova šljive sorte 'Bistrice' tretiranih različitim koncentracijama KOH (0,5, 1 i 1,5 %) pri 60 °C
- Grafikon 9. Gubitak sadržaja vode (%) tijekom sušenja plodova šljive sorte 'Bistrice' tretiranih destiliranom vodom pri 22 i 60 °C
- Grafikon 10. Gubitak sadržaja vode (%) tijekom sušenja netretiranih plodova šljive sorte 'President'
- Grafikon 11. Gubitak sadržaja vode (%) tijekom sušenja plodova šljive sorte 'President' tretiranih abrazijom tijekom 5, 10 i 15 min
- Grafikon 12. Gubitak sadržaja vode (%) tijekom sušenja plodova šljive sorte 'President' tretiranih različitim koncentracijama KOH (0,5, 1 i 1,5 %) pri 22 °C
- Grafikon 13. Gubitak sadržaja vode (%) tijekom sušenja plodova šljive sorte 'President' tretiranih različitim koncentracijama KOH (0,5, 1 i 1,5 %) pri 60 °C
- Grafikon 14. Gubitak sadržaja vode (%) tijekom sušenja plodova šljive sorte 'President' tretiranih destiliranom vodom pri 22 i 60 °C
- Grafikon 15. Gubitak sadržaja vode (%) tijekom sušenja netretiranih plodova šljive sorte 'Topend plus'
- Grafikon 16. Gubitak sadržaja vode (%) tijekom sušenja plodova šljive sorte 'Topend plus' tretiranih abrazijom tijekom 5, 10 i 15 min
- Grafikon 17. Gubitak sadržaja vode (%) tijekom sušenja plodova šljive sorte 'Topend plus' tretiranih različitim koncentracijama KOH (0,5, 1 i 1,5 %) pri 22 °C
- Grafikon 18. Gubitak sadržaja vode (%) tijekom sušenja plodova šljive sorte 'Topend plus' tretiranih različitim koncentracijama KOH (0,5, 1 i 1,5 %) pri 60 °C
- Grafikon 19. Gubitak sadržaja vode (%) tijekom sušenja plodova šljive sorte 'Topend plus' tretiranih destiliranom vodom pri 22 i 60 °C

1. UVOD

Šljiva (*Prunus domestica* L.) je zastupljena na tržištu Europe uglavnom kao svježa konzumna, ili industrijski prerađena u jaka alkoholna pića, pekmez, džemove ili kao osušeni plod. Izrazito je kvalitetna namirnica u prehrani ljudi jer ima relativno nisku energetska i visoku hranjivu vrijednost. Plod šljive sadrži ugljikohidrate, organske kiseline, prehrambena vlakna, aromatične spojeve i enzime. Značajan je izvor minerala, vitamina i fenolnih spojeva kojima se pripisuje snažno antioksidacijsko djelovanje s brojnim pozitivnim učincima na ljudsko zdravlje (Gil i sur., 2002; Chun i Kim, 2004; Attaluri, 2011; Mihalache Arion i sur., 2014).

Zbog relativno visokog udjela vode svježi plodovi šljive podložni su kvarenju te se često prerađuju u različite vrste proizvoda. Jedan od značajnijih proizvoda od šljive su sušene šljive koje se dobivaju primjenom različitih načina sušenja. Tehnologija proizvodnje suhih šljiva uglavnom se temelji na sušenju pri visokim temperaturama između 85 i 90 °C, s manjim udjelom vode u plodu između 20 i 26 % (Okos i sur., 1992; Newman i sur., 1996; Cvejanov i sur., 2004). Vrijeme trajanja sušenja ovisi o vrsti, pripremi sirovine, upotrebi predtretmana, tipovima sušnica te u prosjeku traje između 16 i 30 sati (Okos i sur., 1992; Cvejanov i sur., 2004; Grabowski, 2005; Živković, 2006). Ovakav način dehidracije ploda na visokim temperaturama može utjecati na smanjenje kvalitete kao posljedica gubitka teksture, boje, okusa, nutritivnih sastojaka te bioaktivnih spojeva ploda, a također iziskuje veliki utrošak energije. Novija istraživanja sušenja plodova podrazumijevaju temperature niže od 50 °C, s većim konačnim udjelom vode u plodu oko 35 %. Opisani način sušenja pozitivno djeluje na teksturu, boju i okus, te nutritivne vrijednosti ploda uz relativno mali utrošak energije, ali uz duži period sušenja koji iznosi između 50 i 72 sata (Cinqvanta i sur., 2002; Doymaz i Pala 2002; Adiletta i sur., 2014).

Sorte šljiva razlikuju se prema fizikalno-kemijskim i pomološkim svojstvima te je za svaku sortu potrebno definirati optimalne uvjete sušenja. Osnovni parametri prilikom odabira sortimenta za sušenje su krupnoća ploda, odgovarajući omjer topljive suhe tvari i ukupnih kiselina te jednostavno odvajanje koštice od usplođa. Odabrani plodovi za sušenje moraju biti bez vidljivih fizioloških oštećenja, oštećenja uzrokovanih patogenima, ožegotinama od sunca kao i ostataka sredstava za zaštitu bilja. Plodovi šljive namijenjeni sušenju moraju biti ubrani u optimalnom roku berbe. Određivanje optimalnog roka berbe zasniva se na kontinuiranom praćenju osnovnih pomoloških svojstava ploda koji uključuju određivanje tvrdoće ploda, udjela ukupnih kiselina, topljive suhe tvari i pH, te mase i veličine ploda (Mišić 2006; Usenik i sur., 2008; Halapija i sur., 2009).

Proces sušenja šljiva je spor i energetski zahtjevan zbog specifičnog voštanog sloja kojim je prekrivena kožica ploda. Kako bi se uklonila voštana prevlaka i omogućilo slobodno kretanje vode potrebno je primijeniti predtretmane na površini ploda kojim se razgrađuje ista čime se

stvaraju mikroskopske pukotine koje povećavaju propusnost vode. Ovako pripremljeni plodovi značajno se brže suše od netretiranih plodova (Cinquanta i sur., 2002; Doymaz i Pala 2002; Gazor i sur., 2014; Bursać i sur., 2014). Uobičajeni predtretmani u tehnologiji proizvodnje sušenih šljiva temelje se na različitim toplinskim i kemijskim tretiranjima. U toplinske predtretmane spadaju: blanširanje plodova, tretman vodenom parom i uranjanje plodova u vruću vodu s dodanim natrijevim kloridom. Kemijski predtretmani uključuju tretiranje plodova šljiva s vodenim otopinama kemijskih sredstava i to najčešće lužinama (kalijev i natrijev hidroksid) u različitim koncentracijama, esterima masnih kiselina (metil i etil oleat), te u slanoj otopini kalijevog karbonata (Cinquanta i sur., 2002; Doymaz i Pala 2002; Bursać i sur., 2014).

Međutim, sve veća potražnja tržišta za ekološki prihvatljivijim proizvodima dovela je do razvoja abrazivnih predtretmana koji za uklanjanje voštane prevlake s površine ploda koriste razne inertne materijale (Di Matteo i sur., 2000; Di Matteo i sur., 2002; Cinquanta i sur., 2002; Adiletta i sur., 2014; Adiletta i sur., 2016). Ova vrsta predtretmana na plodovima šljiva do sada nije dovoljno istražena te su nužna daljnja istraživanja utjecaja abrazivnih predtretmana na vrijeme sušenja, senzorska svojstva te nutritivnu kvalitetu osušenog ploda.

1.1. Hipoteze istraživanja

Hipoteze istraživanja su:

1. Sorta i predtretman značajno utječu na vrijeme sušenja.
2. Abrazivni predtretman pozitivno utječe na očuvanje biološki aktivnih spojeva, nutritivni sastav i senzorska svojstva suhe šljive u odnosu na konvencionalne predtretmane.
3. Sorta šljive značajno utječe na kvalitetu osušene šljive bez obzira na predtretman.

1.2. Ciljevi istraživanja

Temeljem postavljenih hipoteza, ciljevi istraživanja su slijedeći:

1. Istražiti utjecaj sorte i primjene abrazivnog predtretmana na vrijeme sušenja.
2. Istražiti utjecaj primjene abrazivnog predtretmana na stabilnost biološki aktivnih spojeva, senzorska svojstva i nutritivni sastav suhe šljive u odnosu na konvencionalne predtretmane.
3. Utvrditi utjecaj sortimenta na kvalitetu osušenog ploda šljive.

2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA (LITERATURE)

2.1. Biljni materijal

2.1.1. Sistematika i rasprostranjenost šljive

Šljiva se ubraja među najstarije voćne vrste. Pripada carstvu (Plantae), podcarstvu viših biljka ili stablašicama (Cormophyta), odjeljak sjemenjača (Spermatophyta), pododjeljak kritosjemenjača (Magnoliophytina), razred dvosupnica (Magnoliata), podrazred Rosidae (Rosiflorae), nadred Rosanae, red Rosales, porodica ruže (Rosaceae), podporodica Prunoideae, rod *Prunus*. (Tahtadžjan, 1966; Watkins, 1976; Moore i Ballington, 1990; Aradhya i Simon, 2004; Ercisli, 2004; Potter i sur., 2007). Rehder, (1954.) je podijelio rod *Prunus* na pet podrodova; *Prunophora* (šljive i marelice), *Amygdalus* (breskva i badem), *Cerasus* (trešnja i višnja), *Padus* (sreznja) i *Laurocerasus* (lovorvišnja). Podrod *Prunophora* dijeli se na tri sekcije: *Europrunus* (prave šljive), *Prunocerasus* (američke šljive) i *Armeniaca* (marelice) (Rehder, 1954; Knightu, 1969). Sekcije *Europrunus* (prave šljive koje potječu iz Europe, Azije i sjeverne Afrike) i *Prunocerasus* (autohtone vrste šljiva iz Sjeverne Amerike) obuhvaćaju ukupno 29 vrsta šljive, a sekcija *Armeniaca* 10 vrsta marelica. Rod *Prunus* obuhvaća 200 vrsta od kojih je kod nas zastupljeno nekoliko gospodarski vrijednih vrsta *P. persica* (breskva), *P. domestica* (domaća šljiva), *P. amygdalus* (badem), *P. avium* (trešnja) te *P. armeniaca* (marelica) (Vrsaljko, 2010). Međusobnim križanjem pojedinih vrsta, mutacijama i klonskim selekcijama tijekom vremena stvoreno je preko 2500 sorti različitih gospodarskih i bioloških svojstava (Stančević, 2004).

Podrijetlo šljive je nepoznato, te je dugom evolucijom i u različitim sredinama šljiva stekla visok stupanj prilagodbe i intenzivno se uzgaja na području svih 6 kontinenata. Najbolje uspijeva na području sjeverne zemljopisne polutke, između četrdesete i šezdesete zemljopisne širine, u umjerenim klimatskim područjima Europe, Azije i Sjeverne Amerike (Carbonell i sur., 2007; Govorčin, 2012).

Povoljni položaji terena za podizanje nasada šljive su sjeveroistočni, istočni i jugozapadni, dok je na većim nadmorskim visinama prikladnija južna ekspozicija. Šljiva najbolje uspijeva na terenima koji su nagibom do 5 %, na tlima optimalne pH vrijednosti, između 6 i 7. Zahtjevi prema tlu su skromni. Povoljne lokacije za uzgoj šljive su one smještene pokraj velikih vodenih površina koje djeluju kao zaštitni pojas od niskih temperatura te na višim lokacijama (200 do 600 n/m) s odgovarajućom drenažom hladnog zraka. Prilikom podizanja nasada šljive treba koristiti sadnice koje nisu zaražene virusom šarke šljive i drugim opasnim patogenima (Mišić, 2006; Hancock, 2008).

2.1.2. Morfologija šljive

Domaća šljiva (*Prunus domestica* L.) je drvo koje može narasti do 12 m, a životni vijek je oko 50 godina. Krošnja je u zavisnosti od podloge i sorte piramidalna, jajasta, loptasta ili u obliku kišobrana. Grančice su gole ili dlakave obično bez trnova. List dosta krupan, eliptičan ili jajast na rubovima nazubljen, lice lista tamnozeleno, a naličje sivozeleno prekriveno dlačicama. Cvjetovi su najčešće bijeli, a šljiva obično cvate u travnju, kada i lista. Plod domaće šljive je sočna koštunica, različite mase (6,5 do 100,0 g) i oblika (jajastog, loptastog, kruškastog) s bočnom brazdom. Kožica ploda je modro plava, ljubičasta, crvena, žuta ili zelena prekrivena voštanom prevlakom (maškom). Kod nekih sorti meso (mezokarp) ploda je sraslo za košticu (endokarp) ili je slobodno (kalanka). Boja mesa ploda šljive je različitih nijansi te se kreće od zelenožute, žute do zlatnožute. Meso je sočno, različitog okusa od slatkog, slatko-kiselog do kiselog. Koriijen domaće šljive je relativno plitak, te ne podnosi sušu (Mišić, 2006; Neumüller, 2011).

2.1.3. Značaj šljive

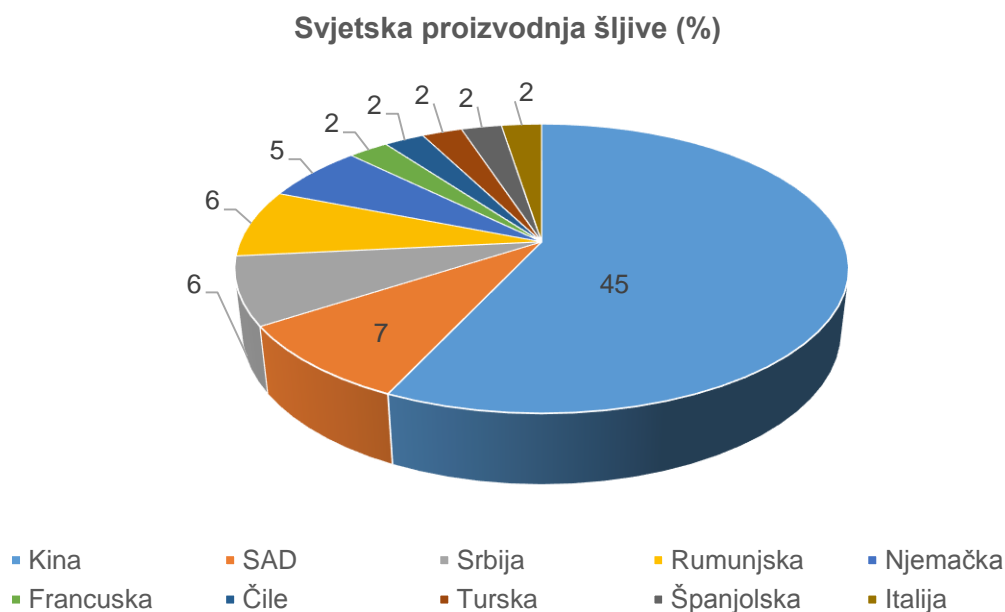
Promatrajući kroz povijest čovjek je od davnina koristio plodove šljive za prehranu, a stari narodi iz pokrajine Kavkaza i Kaspijskog jezera šljivu su sušili i njome trgovali, čemu svjedoče arheološke iskopine sojenica u kojima su pronađene njene koštice, na području Švicarske, Italije, Kavkaza i u regijama uz Kaspijsko jezero (Stančević, 2004). Rimljani poslije osvajanja Sirije i prodora na Kavkaz (64. godine pr.Kr.), preko Stare Grčke prenijeli su oplemenjene sorte šljive u Italiju zatim na Balkanski poluotok, te u naše krajeve (Carbonell i sur., 2007). Do 17. stoljeća šljiva se uzgajala u Europi prvenstveno na imanjima feudalaca i crkvenih velikodostojnika, a tek kasnije se polako širila među kmetove uz rubove oranica i aleja (Mišić, 2006).

Plodovi šljive, osim za konzumaciju u svježem obliku, koriste se i za preradu u suhu šljivu, džem, jaka alkoholna pića i sokove, a mogu se i zamrzavati. Suhi plodovi šljive se uglavnom koriste kao međuobrok ili kao dodatak žitaricama za doručak, dodatak pekarskim proizvodima, mliječnim proizvodima ili kao desert (German Business Report, 2011). Plod šljive izvor je beta karotena, folne kiseline i vitamina C. Uz to, značajnog je mineralnog sastava i to kalija, kalcija, magnezija, fosfora, bora, željeza, mangana, natrija i flora (Walkowiak-Tomczak i sur., 2008). Stimulira rad živčanog sustava, ima laksativna i diuretska svojstva te čisti organizam od toksina (Antist, 2008). Istraživanja su pokazala da bioaktivni spojevi u suhoj šljivi imaju visoku antioksidativnu aktivnost s obzirom na značajnu količinu polifenolih spojeva (fenola, hidroksicimetnih kiselina i flavonola), a koji se povezuju s povoljnim utjecajem na ljudsko zdravlje (Gil i sur., 2002; Chun i Kim, 2004). Utvrđeno je da redovita konzumacija suhih šljiva snižava razinu LDL-kolesterola, doprinosi normalnoj probavi (Attaluri i sur., 2011), preventivno djeluje kod nastajanja artritisa, a kao važan izvor bora, utječe na dostupnost kalcija i sprječava

osteoporozi te ublažava simptome menopauze (Arjmandi, 2002). Suhe šljive mogu smanjiti opasnost od bolesti koronarnih krvožilnih arterija, kao i oboljenjima od različitih vrsta raka (Attaluri i sur., 2011). Zbog visokog udjela kalija (oko 200 mg 100 g⁻¹) i povoljnog omjera natrij/kalij šljiva se preporuča pacijentima koji pate od hipertenzije (Mihalache Arion i sur., 2014). Također redovita konzumacija suhih šljiva djeluje protuupalno i antioksidativno u stanicama (Hooshmand, 2015), povećava sitost i smanjuje naknadni unos hrane, pomaže u kontroli pretilosti te sprečavanju dijabetesa tipa 2 (Stacewicz-Sapuntzakis, 2001). Koštice šljive koriste se za proizvodnju biomase (Islam i sur., 2013). Ulje dobiveno iz koštice šljive bogato je antioksidansima i vitaminom B17, posjeduje velika hidratantna svojstva i doprinosi regeneraciji kože (Attaluri i sur., 2011; Mihalache Arion i sur., 2014).

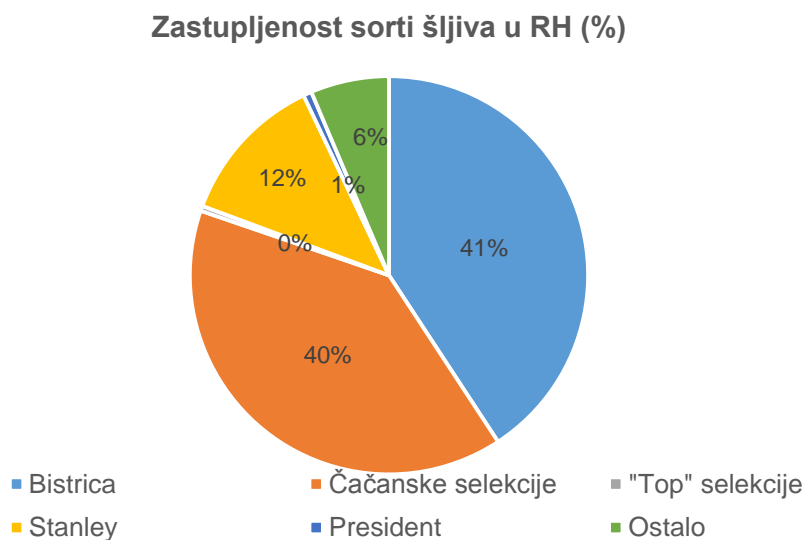
2.2. Proizvodnja šljive u svijetu i Republici Hrvatskoj

U ukupnoj svjetskoj proizvodnji, šljiva se nalazi na četvrtom mjestu iza jabuke, kruške i breskve. Prema podacima za 2016. godinu šljiva i trnina uzgajaju se na približno 2.651,122 ha površine u svijetu uz proizvodnju od oko 12 milijuna tona (FAOSTAT, 2016). Osamdeset zemalja širom svijeta uzgaja šljivu na komercijalan način uz relativno mali prosječni prirod od 4 t/ha. Najveća proizvodnja šljive, od oko 45 %, je u Kini (2.652,000 t), slijede SAD, Srbija, Rumunjska, Njemačka, Francuska, Čile, Turska, Španjolska, Poljska, Rusija, Indija i Ukrajina (grafikon 1). Najveći uvoznici svježih šljiva su Velika Britanija i Njemačka. Šljiva se uvozi iz Kine, Španjolske, SAD-a i Južne Afrike. Japan i Njemačka uvoze većinom suhu šljivu iz SAD-a (Kalifornije) (FAOSTAT, 2016). Nekadašnja Jugoslavija nalazila se na trećem mjestu po proizvodnji svježih i sušenih šljiva (Mišić, 2006). Najčešća sorta šljive za sušenje u SAD je 'Ente D 'Agen' koja potječe iz Francuske (Sabarez i sur., 1997). Uz već spomenutu sortu u Europi se suši i sorta 'Stanley' (Cinquanta, 2002). U našim krajevima najrasprostranjenija i najčešća sorta šljive za sušenje je 'Bistrica', a u manjoj mjeri 'Stanley' i sorte Čačanskih selekcija (Mišić, 2006; Marković, 2009). Svjetska proizvodnja suhih šljiva iznosi oko 10 milijuna tona, od čega samo Kina proizvodi oko 4,5, a slijede SAD (Kalifornija) i Rumunjska. Najveći uvoznik suhih šljiva je Rusija (FAOSTAT, 2016).



Grafikon 1. Svjetska proizvodnja šljive izražena u postocima (FAOSTAT, 2016)

Površine zasađene šljivom u Republici Hrvatskoj iznose 4.843,26 ha, te se ona nalazi na trećem mjestu iza oraha i jabuke. Po broju stabala (1.954.537,00) zauzima drugo mjesto iza jabuke. Po zastupljenosti sortimenta (grafikon 2) sorta 'Bistrice' je i dalje najzastupljenija sorta, a slijede je sorte iz Instituta za voćarstvo u Čačku, 'Stanley', selekcije iz instituta za voćarstvo u Geisenheimu i Hohenheimu, dok je zastupljenost ostalih sorti neznatna (APPRRR, 2017).



Grafikon 2. Zastupljenost sortimenta šljive u Republici Hrvatskoj izražena u postocima (APPRRR, 2017)

Nikolić (1949) kao glavni problem smanjenja površina zasađenih šljivom povezuje s pojavom virusa šarke šljive (PPV), koji uzrokuje postupno sušenje i propadanje nasada. Pleše (1969) potvrđuje širenje virusa šarke Hrvatskim zagorjem, Likom, Banovinom i Slavonijom. Trend smanjenja ukupne proizvodnje šljiva u Republici Hrvatskoj potvrđuje se i podacima Državnog zavoda za statistiku (2016) iz kojih je vidljivo da u zadnjih nekoliko godina prirod značajno varira, te je 2015. godine iznosio 12886 t, od čega 9069 t u intenzivnoj proizvodnji (tablica 1).

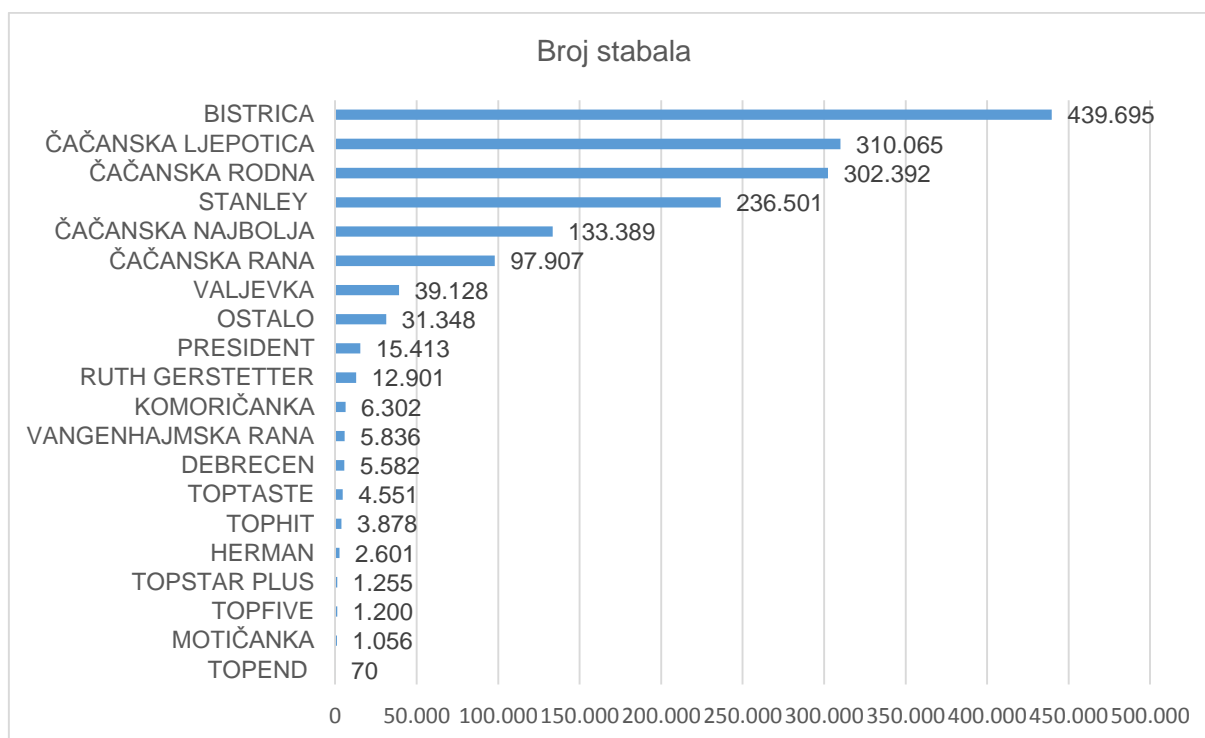
Tablica 1. Ukupna proizvodnja šljiva u RH od 2010. do 2015. godine izražena u tonama (DZS, 2016)

Godina	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.
Ukupna proizvodnja šljiva (tona)	40 901	36 919	15 047	39 262	8 088	12 886

U periodu od 70-ih godina prošlog stoljeća pa do danas uzgoj i prerada šljive je u stalnom padu (Voća, 2009; Gadže i sur., 2011). Proizvodnja suhih šljiva u RH gotovo je zanemariva, a za potrebe tržišta 2015. godine uvezeno je suhih šljiva u vrijednosti od 2,1 milijuna dolara (FAOSTAT, 2016).

2.2.1. Sortiment šljive u proizvodnji u Republici Hrvatskoj

Proizvodnja šljive u Hrvatskoj, unatoč vrlo povoljnim agroekološkim uvjetima i bogatoj tradiciji ne zadovoljava potrebe domaćeg tržišta zbog neadekvatnog sortimenta i nedostatnih količina. Sorta 'Bistrice', njeni klonovi i selekcije, iako najzastupljeniji u uzgoju, nisu prikladni za intenzivnu proizvodnju šljive zbog osjetljivosti na virus šarke. Kako vlastitih selekcija u RH nema, osim najraširenije sorte 'Bistrice' u proteklih nekoliko desetljeća zasađene su sorte koje su djelomično ili u potpunosti tolerantne na šarku šljive. Najčešće zastupljene sorte u proizvodnim nasadima su: sorte 'Čačanska ljepotica', 'Čačanska rodna', 'Čačanska najbolja', 'Stanley', 'President', 'Ruth Gerstetter', 'Toptaste', 'Tophit' i 'Topend' (ZSR, 2017). Detaljan prikaz trenutno zastupljenog sortimenta i broja stabala prikazan je u grafikonu (3) (APPRRR, 2017). Stvaranjem novih selekcija i sorti šljiva namijenjenih sušenju od plodova šljiva se očekuje da, osim traženih svojstava za svježju šljivu (plod oko 30 g, jajast do jajasto izdužen, privlačne tamnoplave boje kože, žutog čvrstog, slatko-kiselog mesa, dobrog okusa, meso ploda lako se odvaja od koštice, kalanka), plodovi odlikuju i visokim udjelom ukupne suhe tvari kako bi se od 2,5 do 2,8 kg svježih plodova dobilo 1 kg suhih šljiva. Kožica ploda sorti namijenjenih za sušenje mora biti elastična kako pri sušenju ne bi pucala (Mišić, 2006).



Grafikon 3. Zastupljenost sorti i broj stabala šljive (APPRRR, 2017)

Obnova proizvodnje šljive moguća je uz uvođenje novih sorti otpornih ili tolerantnih na virus šarke, visoke rodnosti i različitog vremena dozrijevanja plodova (Gadžić i sur., 2011). U suvremenoj koncepciji proizvodnje šljive u RH neophodno je introducirati nove sorte šljive poboljšanih pomoloških i fizikalno-kemijskih svojstava. Kod podizanja novih nasada treba obratiti pozornost na sadnju ranih kvalitetnih sorti koje bi se koristile za potrošnju u svježem stanju, a za preradu saditi kasnije sorte krupnijih plodova pojedinih selekcija iz Čačka, Geisenheima i Hohenheima, te Presidenta i Stanleya (Hartmann, 1996, 1998, 1999, 2002, 2006; Krpina, 2004).

2.2.2. Kvaliteta svježih plodova šljive

Na kvalitetu ploda šljive utječe sorta, podloga, ekološki uvjeti, primjena agrotehnike, tlo, nadmorska visina nasada te rast i razvoj ploda (Kader, 1999; Mišić, 2006). Spinardi i sur., (2005) definiraju kvalitetu svježih plodova šljive kao zbroj različitih međusobno povezanih svojstava, a odnose se na vanjska, unutarnja, mehanička, fizikalna, kemijska, te organoleptička svojstva ploda.

Tijekom rasta, u plodu se događaju brojne strukturne i fiziološke, odnosno biokemijske promjene, uslijed čega dolazi do promjene tkiva kao i mnogobrojnih kemijskih reakcija. Brojni autori ističu da je zrelost ploda genetski uvjetovana te da ju karakterizira skup fizioloških i biokemijskih procesa koji smanjuju tvrdoću mijenjaju strukturu, povećavaju koncentraciju

etilen, topljivu suhu tvar, količinu šećera, smanjuju udio organskih kiselina, razvijaju okus, boju i aromatske tvari, mijenjaju antioksidacijsku aktivnost i povećavaju adekvatnost ploda za potrošnju i konzumaciju (Rupasinghei sur., 2006; Usenik i sur., 2007, 2008, 2009; Diaz-Mula i sur., 2008; Perez-Marin i sur., 2010; Kristl i sur., 2011; Mratinić i sur., 2015). Promjene u plodu praćene su nakupljanjem topljive suhe tvari, monosaharida, disaharida, biosinteze hlapljivih tvari i degradacije organskih kiselina. Mratinić i sur., (2015) navode da su posebno izražene promjene povezane s degradacijom klorofila, to jest promjene boje uvjetovane su nakupljanjem karotena i flavonoida. Također prilikom zrenja ploda šljive dolazi do mekšanja ploda što ujedno određuje i sočnost ploda.

2.2.3. Pomološka i fizikalna svojstva svježih plodova šljive

Masa i veličina ploda jedan su od najznačajnijih čimbenika kvalitete prvenstveno kod voćnih vrsta čiji se plodovi konzumiraju svježi. Većina potrošača preferira veće plodove koji su često i privlačnijeg izgleda (Marković, 2009). Takvi plodovi često imaju i manji udio koštice u ukupnoj masi ploda, tj. povoljniji randman mezokarpa ploda (Milatović i sur., 2011). Masa, visina, širina i debljina ploda pod snažnim su utjecajem brojnih čimbenika, posebice rodnosti (broja plodova po stablu) kao i agroekoloških uvjeta uzgoja. Također, na pomološka svojstva masu, visinu, širinu i debljinu ploda značajno utječe sorta (Duralija, 2002).

Tvrdoća ploda važan je čimbenik kvalitete plodova šljive budući da je ujedno i pokazatelj stupnja zrelosti. Mjeri se na destruktivan način pomoću penetrometra i nedestruktivnim instrumentima koji ne razaraju tkivo ploda. Diezma i sur. (2004) su povezali tvrdoću ploda s mehaničkom kvalitetom ploda koja se definira kao sposobnost ploda da se odupre mehaničkoj deformaciji. Autori Fillion i Kilcast (2002) tvrdoću i hrskavost ploda povezuju sa svježinom ploda. Nadalje Usenik i sur. (2008) su utvrdili da je tvrdoća ploda povezana sa sortnim svojstvima i agroekološkim uvjetima uzgoja.

2.2.4. Kemijski sastav svježih plodova šljive

Kemijski sastav svježeg ploda šljive (tablica 2) je vrlo kompleksan i ovisan je o nizu čimbenika među kojima su najvažniji: sorta, ekološki uvjeti, pedološke osobine tla, primjena agrotehničkih mjera te stupanj zrelosti. Najvažniji kemijski spojevi ploda su: voda, šećeri, škrob, celuloza, organske kiseline, pigmenti, pektini, vitamini, enzimi, minerali, aromatske tvari i proteini (Crisosto, 1994). U tehnologiji sušenja značajan je udio suhe tvari, dakle svi kemijski sastojci ploda koji nisu voda. Ukupnu suhu tvar čine topljive (šećeri i kiseline) i netopljive tvari (škrob, celuloza, hemiceluloza, protopektin i dr.). Prosječan udio vode u plodu šljive iznosi 80,4 % (Mišić, 2006). Ovako visok udio vode smanjuje energetska, ali pruža visoku fiziološku vrijednost. Glavni pokazatelj kvalitete ploda je udio topljive suhe tvari i sastav organskih

kiselina koji najviše ovisi o sorti (Crisosto, 1994; Durmaz i sur., 2010). Udio topljive suhe tvari povećava se dozrijevanjem plodova i dobar je pokazatelj kvalitete i zrelosti ploda. Plodovi šljive u vrijeme berbe sadrže između 16 – 22 % topljive suhe tvari (Cristoso, 1994; Mišić, 2006).

Tablica 2. Osnovni kemijski sastav u svježem plodu šljive na 100 g (USDA, 2016)

Kemijske komponente	(%)
voda	74 - 87
proteini	0,70
šećeri	9,92
glukoza	5,07
fruktoza	3,07
saharoza	1,57
masti	0,28
organske kiseline	0,02

Nakon vode, šećeri su najzastupljeniji sastojci u plodu šljive (Gadže i sur., 2011). Najzastupljeniji šećeri ploda šljive su glukoza, fruktoza i saharoza (Belitz, 2004; Atkins i De Paula, 2006). Kiselost voća potječe od organskih kiselina i njihovih soli (sulfata, fosfata, klorida). Organske kiseline su zastupljene u svim biljnim vrstama, koje u voću mogu biti slobodne ili kao sastojci estera. Najzastupljenije kiseline u plodu šljive su jabučna, limunska i vinska, a u manjim količinama su zastupljene oksalna, klorogenska, salicinska, benzoeva, mravlja i dr. Hlapljive kiseline rjeđe se javljaju u zdravom i neoštećenom voću, dok su redovito prisutne u oštećenom i bolesnom. Organske kiseline imaju utjecaja na boju voća (Belitz i sur., 2004), a stabilnost pigmenta ovisi o pH vrijednosti. pH vrijednost u zreлом plodu šljiva kreće se između 3,3 i 4,2, a ovise o sorti (Mitrović i sur., 2009). Sastav i udio organskih kiselina i šećera su dva glavna parametra koji utječu na konačni okus ploda, gdje idealan omjer ukupnih šećera i kiselina iznosi 10:1. Uravnotežen i postojan odnos ukupnih kiselina u plodu važan je pokazatelj zrelosti ploda jer se smanjuje tijekom zrenja. Zreli plod sadrži od 0,4 do 2,3 % ukupnih organskih kiselina među kojima je najviše zastupljena jabučna (Gadže i sur., 2011). Odnos šećera i kiselina se često koristi u tehnološkim preporukama za određivanje roka berbe.

Biljni pigmenti nalaze se u listovima i plodovima te im daju svojstveno obojenje. Zeleno obojenje potječe od klorofila, žute i narančaste nijanse od karotenoida, dok crvena, plava i ljubičasta boja potječu od flavonoidnih spojeva, posebice antocijana, koji su svojstveni po značajnom antioksidacijskom djelovanju. Biljni pigmenti mogu biti topljivi i netopljivi u vodi, a često su vezani za druge supstance unutar stanice. Biljni pigmenti se intenzivno razvijaju tijekom zrenja i dozrijevanja (Mircea i sur., 1995; Belitz, 2004). U plodu šljive od navedenih pigmentih spojeva dominiraju antocijani i to iz skupine cijanidina: cijanidin 3-rutinozid, cijanidin

3-glukozid i cijanidin 3-ksilozid te iz skupine peonidina peonidin 3-rutinozid i peonidin 3-glukozid (Usenik i sur., 2009).

Pektini su heterosaharidi koji se nalaze u staničnim stjenkama biljki osobito jabuka, šljiva i dunja. Samo ime pektin potječe od grčke riječi „*pektos*“ što u prijevodu znači želiran, krut (Yadav, 2009). Pektinske tvari su složeni visokomolekularni ugljikohidrati vrlo složene strukture sastavljeni pretežno od galakturonske kiseline. Pektini se međusobno razlikuju u dužini polimernog lanaca, kompleksnosti, kao i strukturi monosaharidne jedinice. U kiselim uvjetima pektini formiraju gel. Prisutni su u mnogim vrstama voća i povrća te se koriste u proizvodnji voćnih želea, džemova. Pektini se sintetiziraju u biljnoj stanici (Golgijevom aparatu) te su građevni dio staničnih stijenki, a zajedno s celulozom, hemicelulozom i ligninom povećavaju mehaničku čvrstoću i elastičnost tkiva plodova. Skeletnu osnovu pektinskih tvari predstavlja poligalakturonska kiselina. Pripadaju u skupinu topljivih prehranbenih vlakana te bubre i vežu vodu, pa služe i kao regulatori količine vode u plodu. Također, vežu minerale te se ponašaju kao izmjenjivači joda. Najveća količina pektina akumulira se u kožici mesnatih plodova tijekom razvoja. Prilikom razgradnje pektina na pektininske i pektinske kiseline voće postaje sve mekše, a stanične stijenke se deformiraju. Količina pektina u šljivi iznosi od 0,4 do 1,3 % (Cabral i sur., 1994; Gross, 1996; Yadav, 2009).

Celuloza i hemiceluloza spadaju u pentozane (dijetalna vlakna). Celuloza je kvantitativno najzastupljeniji ugljikohidrat u prirodi. Netopljiva je u vodi, nalazi se isključivo u biljkama i čini građu celularnog „kostura“. Glavni je sastojak staničnih membrana biljki, a nalazi se i u kori, sjemenkama i sl. Primarno čine strukturu i održavaju konfiguraciju biljnih listova i zelenih dijelova biljke. Celuloza se sastoji od (10 000) jedinica međusobno povezanih glukoze. Ljudski organizam ne može iskoristiti celulozu, ali ima funkciju stvaranja balasta u organizmu te pospješuje peristaltiku crijeva (Cabral i sur., 1994; Belitz i sur., 2004).

Škrob se sintetizira u svim zelenim dijelovima biljaka pa tako i u plodovima šljive kao primarni proizvod fotosinteze. Molekula škroba sastoji se od glukoznih ostataka, amiloze (oko 10-20 %) i amilopektina (80-90 %). Škrob je rezerva energije u biljci, te u sjemenu stvara škrobne granule. Količina škroba u zelenim plodovima iznosi 1-2 %, dok se u vrijeme berbe škrob u plodu nalazi samo u tragovima (Cabral i sur., 1994; Belitz i sur., 2004).

Vitamini su definirani kao organske zaštitne tvari. Kemijska priroda vitamina je jako raznovrsna, kao i njihove osobine i djelovanja (Samogyi, 1996; Belitz, 2004). Vitamini (tablica 3) se najčešće dijele prema topljivosti na one topljive u vodi (C i neki iz B-kompleksa) i topljive u mastima (A, D, E i K). Jedan od najvažnijih vitamina je vitamin C prvenstveno zbog antioksidativnog djelovanja. U plodu šljive najzastupljeniji vitamin je vitamin C, zatim vitamini B- kompleksa, vitamin E te u manjim količinama vitamini A i K (Samogyi, 1996; Belitz, 2004).

Tablica 3. Sadržaj vitamina u svježem plodu šljive na 100 g (USDA, 2016)

Vitamini	Sadržaj
vitamin C	9,50 mg
vitamin B ₁	0,03 mg
vitamin B ₂	0,03 mg
vitamin B ₆	0,03 mg
vitamin B ₃	0,42 mg
vitamin E	0,26 mg
vitamin A	345 µg
vitamin K	6,40 µg

Enzimi su biokemijski katalizatori koji po svom sastavu spadaju u grupu globularnih (klupčastih) proteina koji stimuliraju većinu biokemijskih reakcija nastalih u biljnim stanicama (Belitz, 2004). U svježem voću sudjeluju u metaboličkim procesima rasta, zrenja i dozrijevanja. Poslije branja voća, ako nisu inaktivirani zagrijavanjem, konzerviranjem ili na neki drugi. Zbog sudjelovanja u mnogim biokemijskim reakcijama u voću odgovorni su za promjene u aromi i okusu, boji, teksturi i nutritivnim svojstvima (Belitz, 2004).

Najzastupljeniji minerali u voću su kalij, natrij, kalcij, magnezij, fosfor, željezo, mangan, sumpor, te u manjim količinama bakar, cink i jod. U plodu šljive najzastupljeniji mineralni spojevi su kalij, fosfor i kalcij, dok u manjim količinama željezo, cink, bakar i mangan (tablica 4) (Milošević i Milošević, 2012; www.nutritiondata.self.com). Mineralne tvari su stabilne, te njihove promjene nisu toliko izražene tijekom prerade i čuvanja ploda (Niketić-Aleksić, 1988).

Tablica 4. Sadržaj minerala u svježem plodu šljive na 100 g (USDA, 2016)

Minerali	Sadržaj
kalcij	0,006 g
željezo	0,00017 g
magnezij	7 mg
fosfor	16 mg
kalij	157 mg
cink	0,10 mg
bakar	0,06 mg
mangan	0,05 mg
selen	0 µg
flor	2 µg

Tvari arome, po kemijskom sastavu su grupe spojeva u koje se ubrajaju alkoholi, aldehidi, ketoni, karboksilne kiseline, esteri, eteri, voskovi i voskovima slične tvari (Belitz i sur., 2004). Lako su hlapljive s vodenom parom te utječu na okus i miris. Aroma ovisi o sorti voća, koncentraciji spojeva, dijelu biljke u kojem se nalaze, molekularnoj masi (Belitz i sur., 2004). Tijekom zrenja pod utjecajem djelovanja enzima arome se razvijaju i pojačavaju intenzitet (Samogyi, 1996; Norman, 1997). Arome su često po strukturi eterična ulja, hlapljivi mirisni sastojci biljaka. Eterična ulja su više ili manje složene mješavine različitih hlapljivih monoterpena, seskviterpena i fenilpropanskih spojeva (Belitz i sur., 2004). Količina ulja i postotni udio svake komponente ovisi o nizu čimbenika: sorti, fenološkoj fazi, agro-ekološkim uvjetima, te načinu obrade biljne sirovine. Eterična ulja u biljkama nastaju aktivnošću endogenih i egzogenih sekretornih tkiva koja se mogu javiti u obliku pojedinačnih stanica u parenhimskim tkivima, a najviše ih ima u kožici ploda (Norman, 1997; Belitz, 2004; Mišić, 2006).

Proteini su kompleksni organski spojevi koji se sastoje od aminokiselina povezanih peptidnom vezom. Posjeduju sinergičnost jer zajedno s mastima (fosfolipidima) grade sve biološke membrane. Termičkom obradom i sušenjem dolazi do denaturizacije proteina (odmotavanje trodimenzionalne strukture proteina). U plodu šljive proteini su slabo zastupljeni spojevi, sveg 0,7 % (Wills i sur., 1983; www.nutritiondata.self.com),

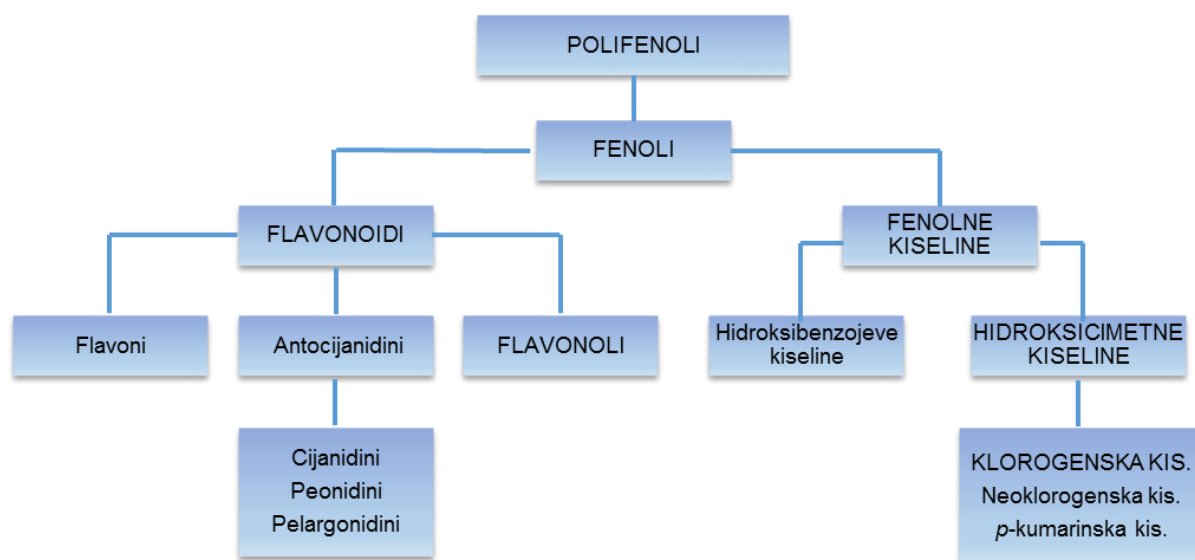
Vosak je tvar velike viskoznosti, grubo do fino kristalična, različitog kemijskog sastava i podrijetla, ali strogo definiranih fizikalnih i mehaničkih svojstava. Epikutikularni vosak (slika 1) sastoji se od amorfnog sloja voska koji je pripojen gornjem sloju kože ploda zajedno s kristalnim granulama voska koje izbijaju na površinu (Price i sur., 2000; Yeats i Rose, 2013). Vosak je krut i lomljiv, na 20 °C mekan, slabo proziran, a na temperaturi višoj od 40 °C bez razgradnje prelazi u nisko viskoznu talinu. Vosak se sastoji od estera viših masnih kiselina (pretežito palmitinske), ali za razliku od masti, njihova alkoholna komponenta nije glicerol već viši alifatski alkoholi (s 24 do 32 ugljikova atoma) (Storey i sur., 1999).



Slika 1. Shematski dijagram strukture kože ploda (Yeats i Rose, 2013)

2.2.5. Fenolni spojevi šljive

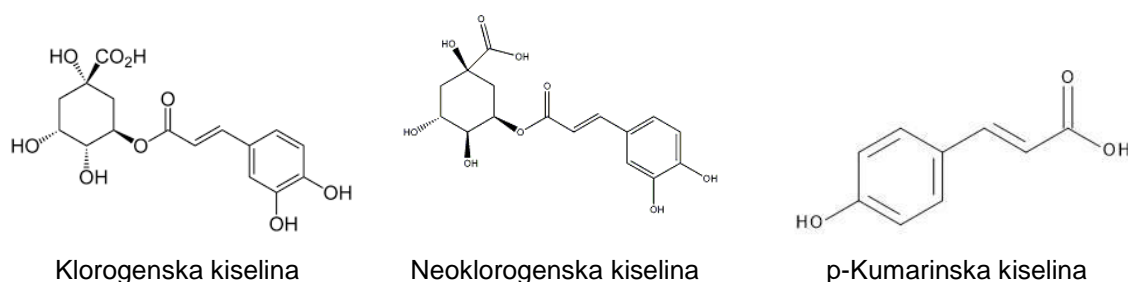
Polifenoli su sekundarni biljni metaboliti i čine jednu od najbrojnijih i široko rasprostranjenih skupina u biljnom svijetu (Safi i sur., 2003; Belitz i sur., 2004). Sudjeluju u biokemijskim promjenama koje se odvijaju tijekom zrenja i dozrijevanja voća. Uključeni su u mehanizme formiranja boje, okusa i arome svojstvene svakoj pojedinoj vrsti voća, osjetljivi su na povišenu koncentraciju kisika i temperature, ulaze u reakcije enzimskog i neenzimskog posmeđivanja, stvaraju veze polifenol-protein koje uzrokuju zamućenje i stvaranje taloga te su često nestabilni tijekom skladištenja (Safi i sur., 2003). Do danas je poznato više od 8000 različitih fenolnih spojeva, a brojnost i strukturna raznolikost posljedica je dvojnog ili miješanog biosintetskog podrijetla (šikiminski biosintetski put koji započinje monosaharidom i acetatni ili poliketidni biosintetski put koji započinje acetil malonil-koenzimom A) (Feucht i Treutter, 1991). Zbog kompleksne kemijske građe fenolni spojevi podijeljeni su na fenolne kiseline (neflavonoidi) i flavonoide (Määttä-Riihinen i sur., 2004) (slika 2).



Slika 2. Klasifikacija polifenola (Määttä-Riihinen i sur., 2004)

Među fenolnim kiselinama razlikuju se derivati hidroksibenzojeve kiseline i derivati hidroksicimetne kiseline. Najveće skupine flavonoida su: flavonoli, flavoni, flavan-3-oli (katehini) i njihovi polimeri proantocijanidini te antocijanidini. U prirodi su rijetko prisutni u slobodnom obliku. Nalaze se uglavnom esterificirani s organskim kiselinama, konjugirani sa šećernim jedinicama ili u polimernom obliku. Kvantitativno, najvažnija grupa u fenilpropanoidnom putu je lignin koji se smatra najrasprostranjenijom organskom tvari u prirodi. Lignin se formira polimerizacijom aldehida koji je rezultat oksidacije određenih fenolnih kiselina (Rhodes i sur., 1981). Fenolni spojevi se sintetiziraju u vezikulama i akumuliraju u središnjim vakuolama biljnih stanica. Topive fenolne kiseline mogu se koristiti kao konzervansi,

protuupalni agensi i kao antioksidansi. Ima antifungalna i antiviralna svojstva, djeluje kao antioksidans i pomaže u zaštiti stanica protiv oksidativnih oštećenja. Utvrđeno je da galna kiselina pokazuje citotoksičnost protiv stanica raka, bez oštećivanja zdravih stanica. Galna kiselina se koristi kao pomoćno sredstvo u slučajevima unutarnjeg krvarenja te kao tretman albuminurije i dijabetesa (Public Chemistry, 2015). Hidroksicimetne kiseline (HCK) i njihovi derivati (slika 3) značajna su skupina fenolnih spojeva prisutnih u voću. U prirodi uglavnom dolaze u različitim konjugiranim oblicima te kao amidi i esteri (Macheix i sur., 1990; Belitz i sur., 2004).

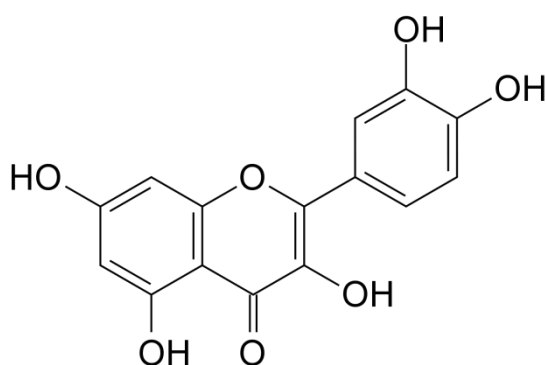


Slika 3. Derivati hidroksicimetne kiseline

Sadržaj hidroksicimetnih kiselina u voću varira ovisno o fiziološkoj fazi razvoja, napadu bolesti i štetnika te u manjoj mjeri agroekološkim uvjetima. Ove varijacije mogu biti kvalitativne (prisutnost ili odsutnost određenih HCK) ili kvantitativne (količina prisutnih HCK i njihov omjer). Najznačajnije i u biljnom materijalu najčešće zastupljene hidroksicimetne kiseline su klorogenska, neoklorogenska i p-kumarinska kiselina (Macheix i sur., 1990, Clifford, 1999). Klorogenske kiseline su esteri formirani između određenih trans- cimetnih kiselina i kina kiseline (1*H*-1(OH),3,4/5-tetrahidroksicikloheksane karboksilne kiseline) (Clifford, 1999). Klorogenska kiselina i njezini derivati široko su rasprostranjeni u biljkama. Prvi puta su izolirani u jabuci, a kasnije su pronađeni i u ostalom voću: breskvi (Cheng i Crisosto, 1995) te šljivama (Stacewicz-Sapuntzakis i sur., 2001). Znanstvena istraživanja povezuju smanjenje kolesterola s unosom klorogenske kiseline i njezinim antioksidacijskim djelovanjem (Nardini i sur., 1995; Rice-Evans i sur., 1996). Dominantne fenolne kiseline u šljivi su hidroksicimetne. Sadržaj fenolnih kiselina u šljivama ima širok raspon vrijednosti, a ovisi o sorti, uvjetima okoliša i primijenjenim analitičkim metodama. Raspon vrijednosti za neoklorogensku kiselinu kreće se između 85 - 1300 mg kg⁻¹ svježe tvari, za klorogensku između 13 - 430 mg kg⁻¹ svježe tvari te za kriptoklorogensku između 9 - 56 mg kg⁻¹ svježe tvari (Walkowiak-Tomczak, 2008).

Flavanoli imaju nezasićenu vezu između C₂ i C₃ atoma (Slika 4), hidroksilnu skupinu vezanu na C₃ atomu C-prstena te na C₅ i C₇ atomu A-prstena. Razlikuju se prema stupnju hidroksilacije B prstena (Macheix i sur., 1990). U voću su najčešće prisutni u obliku O-glikozida.

Tijekom procesa dozrijevanja svjetlost ima pozitivan utjecaj na stvaranje flavonol glikozida te ih stoga najviše ima u kožici voća. Najpoznatiji aglikoni flavonola izolirani iz voća su: kvercetin (3,5,7,3',4'-pentahidroksiflavon), kamferol (3,5,7,4'-tetrahidroksiflavon), miricetin (3,5,7,3',4',5'-heksahidroksiflavon) i izoramnetin (3,5,7,4'-tetrahidroksi-3'-metoksiflavon). Najčešći flavonol glikozid u prirodi je rutin (kvercetin 3-rutinozid) (Harborne i Baxter, 1999). Među flavonolima u šljivi prevladavaju kvercetin 3-glukozid i kvercetin -3-rutinozid. Interes u istraživanju flavonoida postaje sve veći zbog njihove zdravstvene prednosti, uključujući anti-upalna, antioksidantna, antiproliferativna i antikancerogena svojstva, kapaciteta vezanja slobodnih radikala, antihipertenzivnih učinaka, prevencije koronarne bolesti srca i imunodeficijencije anti-humanog virusa (Xiao i sur., 2011).



Slika 4. Kemijska struktura flavonola (kvercetina)

Prisutnost polifenola u biljkama uvjetovana je genetskim čimbenicima, agroekološkim uvjetima kao i stupnjem zrelosti plodova (Henning, 1980; Rapisarda i sur., 1999; Tomás-Barberán i sur., 2001; Belitz i sur., 2004). Fenolne spojeve sintetiziraju biljke tijekom normalnog rasta i razvoja, a mogu se pronaći u skoro svim dijelovima biljaka kao što su lišće, kora, sjemenke, cvjetovi i plodovi. Poznata je njihova važna uloga u obrambenim mehanizmima protiv bolesti i mikroorganizama (Robards, 1999). Sastav fenolnih spojeva šljive ovisi o zrelosti, sorti, načinu uzgoja, zemljopisnom podrijetlu, vegetaciji, uvjetima skladištenja i postupcima obrade (Kim i sur., 2003). Polifenoli imaju jaka antioksidacijska svojstva pa stoga štite stanice od oštećenja uzrokovanog oksidacijskim stresom, čime se smanjuje rizik od bolesti poput osteoporoze, dijabetesa, raka, kardiovaskularnih oboljenja i neurodegenerativnih bolesti. Utvrđeno je da djeluju kao diuretici, protuupalno, spazmolitički, antialergijski, kao antioksidansi i citostatici. Inhibiraju enzim fosfodiesterazu i smanjuju agregaciju trombocita pa se koriste u profilaksi i kao dodatna terapija oboljenja povezanih s pojavom tromboze. Iako postoje brojni dokazi o povoljnim učincima polifenola u liječenju i prevenciji brojnih bolesti zaštitni učinci ovise o samoj biodostupnosti polifenolnih spojeva u organizmu. Biodostupnost polifenola je relativno niska zbog slabe apsorpcije u probavnom sustavu i ovisi o vrsti spoja, kemijskoj strukturi,

opsegu konjugacije i individualnosti crijevne mikrobiote (Shivashankara i Acharya, 2010). Velik broj studija je pratio učinak polifenola, posebno flavonoida na čimbenike rizika kod kardiovaskularnih bolesti. Istraživao se utjecaj polifenola na hipertenziju, stvaranje ugrušaka, metabolizam lipida. Pokazalo se da unos polifenola ima povoljan utjecaj na kardiovaskularna oboljenja ograničavajući stvaranje aterosklerotičnih oštećenja tkiva (Scalbert i sur., 2005; Shivashankara i Acharya, 2010).

2.3. Kvaliteta suhe šljive

U proizvodnji suhih šljiva osnovni parametri prilikom odabira sortimenta za sušenje su krupnoća ploda, odgovarajući omjer topljive suhe tvari i ukupnih kiselina te lako odvajanje koštice od usplođa (Mišić, 2006). Plodovi odabrani za sušenje moraju biti bez vidljivih mehaničkih oštećenja, oštećenja uzrokovanih patogenima, ožegotinama od sunca kao i ostataka sredstava za zaštitu bilja (Niketić i Aleksić, 1988; Mišić, 2006).

Kvaliteta suhe šljive usko je vezana s rokom berbe i zrelosti ploda (Zuzunaga i sur., 2001; Crisosto i sur., 2004). Plodove namijenjene sušenju potrebno je ubrati u optimalnom roku, tj. kada su određenih fizikalno-kemijskih i pomoloških svojstava. Prema autorima Blažek i Pištekova (2009) tradicionalno utvrđivanje roka berbe oslanja se na nedestruktivne metode (veličina, oblik i boja) i destruktivne (čvrstoća mesa, topljiva suha tvar, udio šećera i ukupne kiseline). Složenost određivanja roka berbe je u tome što postoje specifičnosti u ponašanju pojedinih sorti za vrijeme zrelosti pod utjecajem njihove genetske osnove i vanjskih čimbenika, od kojih su najznačajniji agro-ekološki uvjeti, uzgojni oblik te položaj ploda na stablu (Abdi i sur., 1997). Kader (1999) je utvrdio da rok berbe određuje kvalitetu ploda i njegovu skladišnu sposobnost. Također, navodi da su boja kože ploda i tvrdoća ploda parametri za određivanje roka berbe i zrelosti ploda. Bhutani i Joshi (1995) sugeriraju korištenje udjela topljive suhe tvari i ukupnih kiselina za određivanje stupnja zrelosti ploda šljive s obzirom na to da se tijekom zrenja topljiva suha tvar povećava, a udio kiselina smanjuje.

Kvaliteta suhe šljive definirana je i vanjskim parametrima (oblik i veličina ploda, boja, sjajnost, neoštećenost mesa i kože), teksturom i okusom (Buchner, 2012). Niketić-Aleksić (1988) ističe da osušeni plod šljive mora biti elastičan, okusom i mirisom podsjećati na svježi plod šljive, bez stranih primjesa i mirisa. Također, kožica ploda prilikom sušenja mora sačuvati sjajnost. Kod određivanja klase osušenih plodova šljiva, krupniji plodovi u konačnici postižu bolji plasman, cijenu i bolje su prihvaćeni od potrošača (Marković, 2009). Osim krupnoće ploda koji je osnovno mjerilo u klasiranju, sušena šljiva treba imati i odgovarajući kemijski sastav, tj. uravnotežen odnos šećera i kiselina.

Istraživanja koja su provedena na plodovima suhih šljiva dokazala su da bioaktivni spojevi u suhoj šljivi pokazuju visoku antioksidativnu aktivnost, s obzirom na sadržaj polifenolih

komponentata (fenola, hidroksicimetnih kiselina i flavonola) (Chun i Kim, 2004). Donovan i sur. (1998) su utvrdili da u ukupnoj količini fenolnih spojeva suhe šljive dominiraju fenolne kiseline koje čine čak 98 % ukupnih fenolnih spojeva. Prevladavaju kafeinska kiselina i njezini derivati neoklorogenska, klorogenska i kriptoklorogenska kiselina. Neoklorogenska kiselina čini više od 65 % ukupnih fenola u suhim šljivama.

Suhe šljive nutritivno su visokokvalitetan proizvod koji zadržava značajnu količinu vitamina, minerala i svih ostalih bioaktivnih komponenti tijekom procesa sušenja. Prehrambeni i osnovni kemijski sastav osušenog ploda šljive prikazan je u tablici 5 (United States Department of Agriculture, 2016).

Tablica 5. Kemijski sastav suhog ploda šljive u 100 grama ploda (USDA, 2016)

Kemijski sastav ploda	Suha šljiva
voda	20 – 30 g
proteini	2,18 g
šećeri	38,13 g
glukoza	25,46 g
fruktoza	12,45 g
saharoza	0,15 g
masti	0,38 g
ugljikohidrati	63,88 g
pepeo	2,64 g
organske kiseline	0,09 g
kalcij	0,043 g
željezo	0,00093 g
magnezij	41 mg
fosfor	69 mg
kalij	732 mg
cink	0,44 mg
bakar	0,28 mg
mangan	0,30 mg
selen	0,30 µg
flor	4 µg
vitamin C	0,60 mg
vitamin B ₁	0,05 mg
vitamin B ₂	0,09 mg
Vitamin B ₃	1,88 mg
vitamin B ₆	0,2 mg
vitamin E	0,8 mg
vitamin A	581 µg
vitamin K	59,50 µg

2.4. Berba plodova šljive

Na rok berbe utječu sorta, podloga, ekološki uvjeti, tlo, položaj i nadmorska visina nasada, primjena agrotehnike, namjena plodova, udaljenost tržišta, način prijevoza i potražnja kupaca (Abdi i sur., 1997; Kader, 1999; Mišić, 2006). Razlikuju se dva stupnja zrelosti plodova šljive: fiziološka zrelost, kada plod dostiže svoju maksimalnu krupnoću, kožica dobiva svoju svojstvenu boju, meso ploda dobiva harmoničan okus, sočnost i ugodan miris, postupno se stvara sloj za odvajanje između peteljke ploda i rodnog izbojka (Mišić, 2006). Plod šljive kao takav spreman je za konzumaciju u svježem stanju. Plodovi šljive za preradu beru se u tehnološkoj zrelosti kada sadrže najviše šećera i drugih hranjivih i aromatičnih tvari (Newman i sur., 1996; Crivelli, 1998; Donovan, 1998; Sabarez i Price, 1999; Mišić, 2006; Durmaz i sur., 2010; Gadže i sur., 2011;). Pod optimalnim rokom berbe šljiva podrazumijeva se srednji datum oko kojeg se organizira berba, a određuje se na osnovu broja dana od pune cvatnje do zrenja, sume temperature zraka, promjena fizikalnih i kemijskih svojstava plodova tijekom zrenja (tvrdoća mezokarpa ploda, topljiva suha tvar i ukupne kiseline), te nijansi boje kožice ploda (Vračar, 2001; Usenik i sur., 2009). Kod nekih sorti šljiva boja kožice ploda razvija se vrlo rano iako plod još nije dovoljno zreo te boja kožice može biti nepouzdana svojstvo prilikom određivanja optimalnog vremena dozrijevanja (Unuk i sur., 2011).

Plodove šljive predviđene za sušenje treba po mogućnosti brati u nekoliko navrata, jer svi plodovi na stablu ne dozrijevaju istovremeno. Plodovi šljive se ne smiju brati po vlažnom i kišnom vremenu, već po suhom vremenu i bez vjetera (Mišić, 2006). Berbu je najbolje izvršiti rano ujutro poslije rose i popodne kada prođe najtopliji dio dana. Transport plodova šljive od mjesta berbe do pogona za preradu vrlo je važna i osjetljiva operacija te ju treba obaviti u što kraćem vremenu. Nakon dopreme plodova u proizvodni pogon iste je preporučljivo odmah uputiti u daljnju obradu. Obično se zbog ograničenih kapaciteta prerade, plod šljive skladišti u hladnjačama. Ambalaža za berbu plodova šljiva mora biti lagana (obično se koristi drvena ili plastična), čista, čvrsta, manjih zapremnina (Mišić, 2006).

2.5. Tehnologija prerade suhe šljive

Sušenje je tehnološki postupak izdvajanja vode iz proizvoda čime se usporava ili onemogućava rast mikroorganizama te usporava ili zaustavlja enzimatska aktivnost, što utječe na produženje roka trajnosti osušenog proizvoda (Lewicki, 2006). Postoje različiti načini sušenja, od prirodnog do prisilnog sušenja različitim konvencionalnim metodama.

Tehnologija proizvodnje suhe šljive obuhvaća nekoliko faza: prijem plodova, pregled plodova, pranje, klasiranje (kalibriranje) plodova, predtretman, vađenje koštice, stavljanje plodova na police za sušenje, sušenje u sušnici, klasiranje osušenih plodova, pakiranje i skladištenje (Mišić, 2006).

Ubrane šljive dopremaju se u prostor za preradu gdje se uz pomoću prijemnog transportera prebacuju na transportnu traku na kojoj se vrši pregled plodova. Uklanjaju se truli, pljesnivi i nedozreli plodovi, zaostale peteljke i druge strane primjese. Ova operacija se najčešće obavlja ručno. Nakon pregleda plodovi se transportiraju do stroja za pranje. Plodovi se peru hladnom vodom pomoću tuševa nakon čega slijedi vizualni pregled gdje se odstranjuju zaostali plodovi s eventualnim oštećenjima. Nakon pregleda uklanja se višak površinske vode, pomoću strujanja zraka. Ovako probrani plodovi se transportiraju na uređaj za klasiranje plodova po veličini. Plodovi šljiva klasiraju se u tri klase. Prva i druga klasa koriste se za preradu sušenjem, a treća koja obuhvaća plodove najmanje veličine koristi se za preradu u druge proizvode poput džema, pekmeza, alkoholnih pića. Jedan od važnih segmenata prilikom sušenja je i veličina ploda te se zbog navedenog svaka klasa plodova šljiva suši posebno, ujednačenom krupnoćom plodova omogućava se ravnomjernije sušenje (Cvejanov i sur., 2004).

2.5.1. Predtretmani

S ekonomskog gledišta sušenje šljiva je energetski vrlo skup, spor i zahtjevan proces zbog specifičnog voštanog sloja kojim je prekrivena kožica ploda. Tako da je prije samog sušenja neophodno otvoriti put kretanju vode što se učinkovito postiže različitim predtretmanima. Primjenom predtretmana uklanja se i razgrađuje voštani sloj kojim je prekrivena kožica ploda te je na taj način omogućeno nesmetano kretanje vode kroz plod (Adiletta i sur., 2016). Voštani sloj na plodu šljive predstavlja zaštitnu barijeru protiv gljivičnih patogena (Fava i sur., 2011), a ujedno smanjuje propusnost te djeluje kao prepreka kretanju vode kroz membranu i ograničavajući je čimbenik za gubitak vode iz ploda šljive (Storey, 1999; Price, 2000; Cinquanta i sur., 2002; Tarhan, 2007). Istraživanje koje je proveo Sabarez i Price (1999) ukazuje da je početna brzina sušenja šljiva bez kožice ploda pri temperaturi od 70 °C i do pet puta brža u odnosu na plodove šljive koji su sušeni s kožicom. Iz navedenog primjera je vidljiva važnost voštanog sloja kožice u usporavanju prijenosa vode na površinu ploda šljiva. U tu svrhu je prije sušenja potrebno ukloniti i razgraditi zaštitni voštani sloj što se postiže različitim vrstama predtretmana, a koji se dijele na toplinske, kemijske i abrazivne postupke (Mastrocola i sur., 1990; Di Matteo i sur., 2002; Cinquanta i sur., 2002; Bursać i sur., 2014). U toplinske predtretmane ubrajaju se blanširanje plodova, tretman vodenom parom (Mastrocola i sur., 1990), te uranjanje plodova u vruću vodu s dodanim natrijevim kloridom (Gazor i sur., 2014). Kemijski predtretmani uključuju tretiranje plodova šljiva s vodenim otopinama kemijskih sredstava i to najčešće lužinama (kalijev i natrijev hidroksid) u različitim koncentracijama (Doymaz, 2004; Bursać i sur., 2014). Također se koriste esteri masnih kiselina, kao što su metil i etil oleat koji prodiru u voštani sloj i uzrokuje stvaranje malih pora (Donovan, 1998). Također, za proces sušenja, odnosno smanjenje vremena sušenja učinkovitim se pokazao i

predtretman uranjanja plodova u otopinu kalijeva karbonata (Pointing, 1970; Saravacos, 1988; Pala, 1996; Doymaz i Pala, 2002; Doymaz i Pala, 2003;). Kemijski predtretmani razgrađuju voštanu prevlaku na površini ploda i stvaraju mikroskopske pukotine koje povećavaju propusnost vode (Cinquanta i sur., 2002). Mehanički predtretmani uključuju obradu ploda pomoću inertnih materijala abrazijom. U istraživanjima autora Di Matteo i sur., (2000), Di Matteo i sur., (2002) i Cinquanta i sur.,(2002) testirane su razne vrste abrazivnih materijala kako bi se izbjeglo pretjerano oštećivanje ploda izbjegavajući pucanje kože. U mehaničke predtretmane spadaju i tretmani koji pomoću tankih igala probijaju plodove tako stvarajući mikropukotine kroz koje voda lakše isparava iz unutrašnjosti ploda (Jazini i sur., 2010). Primjenom različitih predtretmana moguće su senzorske i kemijske promjene suhog ploda, dok sam proces sušenja minimalno utječe na moguća oštećenja (Hui i sur., 2008).

Dosadašnja tehnologija prerade šljive temeljila se na kemijskim predtretmanima koji su vrlo učinkoviti i ekonomski isplativi, ali zbog ostatka kemijskih sredstava koje nakon tretiranja treba zbrinuti ekološki su neprihvatljivi (European Commission, 2006). Proces neškodljivog zbrinjavanja kemijskih sredstava je vrlo skup, stoga se spomenuti način predtretmana sve više izbjegava te se uvodi tehnologija bazirana na abrazivnom tretmanu. Kako i potrošači sve više preferiraju voće s minimalnim tretiranjem kemijskim sredstvima preporuča se korištenje fizikalnih predtretmana. Ovakav sustav tretiranja ima dobar učinak na odstranjivanje voštanog sloja i omogućuje difuziju vode iz ploda uz znatno smanjenje negativnih utjecaja na plod i okolinu, a ujedno i skraćuje vrijeme sušenja (Cinquanta i sur., 2002; Hui i sur., 2008). Tretirani plodovi šljive podvrgavaju se sušenju u kontroliranim uvjetima, koji omogućuju da se u konačnici dobije visoko kvalitetan proizvod s očuvanim nutritivnim i senzorskim svojstvima (Alasalvar i Shahidi, 2013). Dosadašnja istraživanja abrazivnog načina predtretiranja provedena su na goji-u, groždicama i američkoj borovnici (Adiletta i sur., 2014; Adiletta i sur., 2016). Rezultati provedenih istraživanja pokazuju pozitivne učinke na očuvanje bioaktivnih komponenti, nutritivnih i senzorskih svojstava osušenog ploda (finalnog proizvoda).

2.5.2. Otkoštčavanje plodova

S tehnološko-proizvodnog stajališta prilikom sušenja šljive važan je randman ploda, tj. odnos dijelova ploda (mezokarp i kožica ploda) koji se prerađuju i dijelova koji se uklanjaju, odnosno predstavljaju otpad (koštica i peteljka). Randman je specifičan za vrstu i sortu, a može i varirati unutar jedne sorte što je u zavisnosti od agroekoloških uvjeta uzgoja. Osnovno pravilo kod prerade je da se količina otpada svede na minimum što se postiže adekvatnim izborom sorte i primjenom adekvatnih tehnoloških postupaka, a što u konačnici dovodi do ekonomske isplativosti (Zlatković i sur., 1989).

Jedan od nužnih koraka prilikom pripreme ploda šljive za sušenje je i otkoštčavanje ploda. Nakon obavljenog predtretmana pristupa se operaciji strojnog vađenja (odstranjivanja) koštica

iz plodova. Ova tehnološka operacija je ujedno i jedan od kompleksnijih postupaka u pripremi plodova za sušenje. U praksi se primjenjuje nekoliko načina odvajanja koštica mehaničkim izbijanjem. Za što učinkovitije mehaničko izbijanje koštice iznimno je važna odgovarajuća veličina ploda što se postiže kalibracijom kako bi se prema njoj namjestile dimenzije radnih dijelova uređaja za izbijanje koštice. Nakon izbijanja koštice vrši se kontrola plodova ručnim prebiranjem te se uklanjaju plodovi s košticom, značajno oštećeni plodovi kao i zaostali dijelovi koštice. Maksimalno dozvoljeni zaostali udio koštice u osušenim plodovima kreće se od 1 do 2 % (Živković, 2006; Adiletta i sur., 2014).

U proizvodnji suhих šljiva košticu je moguće odvojiti nakon sušenja što je tehnički vrlo složen postupak te se takvi plodovi najčešće koriste u konditorskoj industriji ili prije početka sušenja (Živković, 2006) kako je opisano u prethodnom poglavlju. Plodovi koji su otkoštice prije sušenja značajno se brže suše, čak do 2/3 u odnosu na vrijeme sušenja šljiva s košticama (Živković, 2006), time se povećava kapacitet sušnice i smanjuje potrošnja energije. Osušeni proizvod ima okus i miris sličan svježim plodovima, što ujedno predstavlja posebnu kvalitetu. Plodovi bez koštice suše se na nešto nižim temperaturama od oko 65 – 70 °C u odnosu na plodove s košticama koji se suše na temperaturama većim i od 70°C (Živković, 2006; Adiletta i sur., 2014). Hui i sur., (2008) napominju da suhe šljive bez koštice imaju veliki značaj kao poluproizvod u pripremi proizvoda poput pekmeza, džemova, voćnih pasti i nadjeva, u pekarskoj proizvodnji (voćni kruh, kolači, razne pite), u raznim aperitivima sa vinom, rakijom i konjakom. Između ostalog, također ima veliku primjenu u konditorskoj i mliječnoj industriji u proizvodnji raznih slatkiša, sladoleda i voćnih jogurta.

2.5.3. Sušenje

Sušenje (dehidracija) je tradicionalan način čuvanja hrane i jedna od najvažnijih metoda u prehrambenoj industriji koja omogućava dobivanje stabilnog proizvoda kroz dulje vrijeme (Almelda, 2013). Cilj sušenja je produžiti rok trajanja proizvoda uz maksimalno očuvanje nutritivne vrijednosti i senzorskih svojstava, produženje vremena skladištenja proizvoda, smanjenje volumena ambalažnog pakiranja i transportne mase, tj. ekonomičnost troškova prijevoza (Okos i sur., 1992; Newman i sur., 1996; Rahman i Labuza, 1999; Hui i sur., 2008; Cuccurullo i sur., 2012). Na trošak sušenja i konačnu kvalitetu osušenog ploda šljive utječe sastav ploda, a osobito početni udio vode u plodu, vrsta predtretmana, temperatura i vrijeme sušenja. Sušenje šljiva je spor i energetski zahtjevan proces i obuhvaća četvrtinu ukupne cijene proizvodnje (Sabarez i sur., 1997; Adiletta i sur., 2016).

U procesu sušenja potrebno je kontrolirati količinu vode u proizvodu, minimalizirati degradaciju kemijskih reakcija, održati strukturu i teksturu proizvoda, dobiti željenu boju, kontrolirati gustoću proizvoda i poroziju kako bi se dobio kvalitetan proizvod (Krokida, 2000). Voda u plodu šljive, osim što sudjeluje u izgradnji biljnog tkiva, prisutna je i kao stalna razmjena

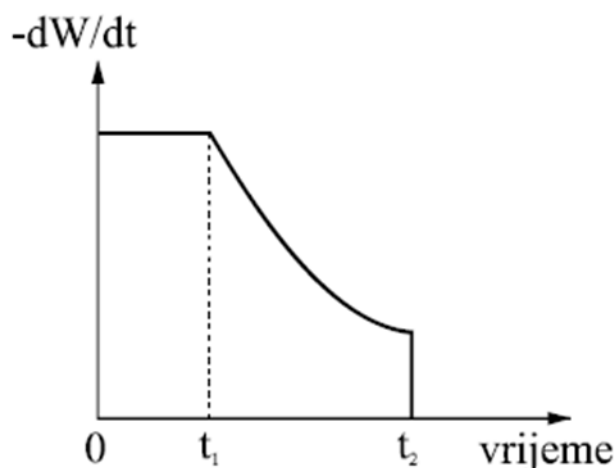
između stanica i njene okoline i na taj način opskrbljuje stanice hranjivim tvarima. Voda se u staničnim strukturama nalazi kao vezana ili slobodna. Od samog načina vezanosti zavisi njena uloga u održavanju strukture ploda. S obzirom na mjesto gdje se nalazi u tkivu, može se podijeliti na vodu koja se nalazi u stanicama i vodu koja je smještena u međustaničnim prostorima. U biljnoj stanici voda može biti vezana u slijedećim oblicima: u staničnoj vakuoli gdje su otopljene organske i mineralne tvari, kao i na mjestima gdje se teško uklanja tijekom sušenja u dehidracijskom postupku (koloidno vezana u membrani, citoplazmi i jezgri, te vezana uz kemijske komponente). Mehanički vezane, tj. slobodne molekule vode zastupljene su kao mikrokapilarna, makrokapilarna (smještena u kapilarama) kao i površinski vezana voda (na vanjskim površinama stanica) (Belitz, 2004). Tijekom sušenja u plodu se javljaju procesi prijenosa topline i mase. Energija se predaje plodu, a voda prelazi u paru i isparava (Welti-Chanes, 2005).

Proces sušenja može se podijeliti u tri faze, te se grafički prikazuje dijagramom sušenja (slika 5). Dijagram sušenja prikazuje se polinomnom jednačbom II. stupnja gdje se tijekom perioda sušenja utvrđuje gubitak vode iz uzorka u određenom vremenskom periodu prema formuli 1:

(1)

$$w = a_2 t^2 + a_1 t + a_0$$

gdje je: w – udio vode u uzorku (%); a_2 , a_1 , a_0 - koeficijenti jednačbe; t - vrijeme sušenja (h)



Slika 5. Dijagram sušenja (Lovrić, 2003)

Početak sušenja označava prvu fazu gdje je gubitak vode (slobodna voda) iz ploda najveći, a brzina isparavanja raste sve dok se ne uravnoteže vlažnosti između ploda i zagrijanog zraka. U drugoj fazi površina ploda je zasićena vlagom i brzina isparavanja je ista ili čak nešto manja od brzine pristizanja vode iz unutarnjih slojeva k površini ploda. U trećoj

fazi pada brzina sušenja koja nastaje uslijed smanjenja površine isparavanja te je u najvećoj mjeri isparavanje vode vezano za difuziju vode iz unutarnjih slojeva ploda (Lovrić, 2003).

Kako bi se polinomne jednadžbe pravca mogle uspoređivati koeficijent nagiba izračuna se prema formuli 2.

(2)

$$\frac{dw}{dt} = C + kt$$

gdje je: dw - količina vode u plodu; dt - vrijeme sušenja; C - odsječak na osi y; k - koeficijent nagiba; t vrijeme sušenja.

Što je koeficijent nagiba veći to je vrijeme sušenja kraće.

Sušenje voća može se provoditi na nekoliko načina: prirodno (sušenje na suncu i vjetru slika 6), kontrolirano ili prisilno (strujom toplog zraka ili konvekcijom, dodir s ugrijanom površinom ili kondukcijom), kombinirano (konvekcijom ili kondukcijom), a uz navedeno postoje i novije metode poput sušenja smrzavanjem (liofilizacija), vakuumskog sušenja, osmotske dehidracije te kombinacije i nekih neinvazivnih metoda poput mikrovalno potpomognutog sušenja (Šumić, 2014).



Slika 6. Sušenje plodova šljive pomoću sunčeve energije i vjetra na otvorenom
(www.poljoprivreda.info)

Sušenje zagrijanim zrakom (konvekcijom) jedno je od najčešće upotrebljavanih metoda za dehidraciju hrane. Vrijeme sušenja navedenim načinom najčešće se provodi pri temperaturama od 50 - 90 °C i brzini protoka zagrijanog zraka 1-4 m sec⁻¹. Sušenje kondukcijom temelji se prijenosom topline s ugrijane površine na plod uslijed čega dolazi do isparavanja vode iz ploda. S obzirom da se toplina na plod prenosi kondukcijom te se potom u plodu dalje također prenosi kondukcijom ovakav način sušenja može doprinijeti bržem procesu sušenja, no ne i ravnomjernom (Lovrić, 2003). Liofilizacija je jedinstveni postupak sušenja namirnice u zamrznutom stanju. Tehnološke operacije koje obuhvaća postupak

liofilizacije odnose se na zamrzavanje i sublimaciju vode iz zamrznutog materijala. Prednosti liofilizacije su ponajprije: velika trajnost, održanje strukture i vanjskog oblika, dobra topljivost proizvoda u prahu, dobra rekonstitucija kod ponovnog primanja vode, porozna struktura podesna za bubrenje, neznatne promjene boje, arome i okusa, te minimalan gubitak vitamina. Materijal se prvo ohladi na temperaturu između -30 i -40 °C, a zatim se voda uklanja sublimacijom leda (iz čvrstog u plinovito stanje) pod odgovarajućim vakuumom. Temperatura sušenja polako se povećava sa smanjenim udjelom vode u materijalu pa na kraju dostiže najviše 30 do 40 °C (Lovrić, 2003). Vakumsko sušenje je metoda sušenja u kojoj se vrelište vode mijenja ovisno o tlaku. Što je niži tlak zraka i niža temperatura u sušnici moguće je u kraćem vremenskom periodu osušiti plod. Pri ovome načinu sušenja voda pod utjecajem temperature i tlaka iz ploda izlazi u obliku pare (Topić, 2001; Šumić, 2014). Postupak konzerviranja voća osmotskom dehidracijom temelji se na principu osmoanabioze u uvjetima vrlo visokog postotka suhe tvari (80 %). Plodovi voća potapaju se u koncentriranu otopinu (šećerni sirup) te uslijed osmoze dolazi do izdvajanja vode iz plodova. Ovakav način dehidracije primjenjuje se na proizvodima u kojima je dozvoljena uporaba hipertonične otopine kao što je kandirano voće (Lovrić, 2003). Kod novijih metoda sušenja sve više se upotrebljavaju i različiti predtretmani koji omogućuju brže sušenje uz očuvanje nutritivnih kvaliteta konačnog proizvoda. Jedna od njih je mikrovalno potpomognuto sušenje. Plod se podvrgava zvučnom valu više frekvencije od 20 kHz i na taj način razara staničnu stjenku ploda, mijenjajući fizikalna svojstva omogućujući lakši prijenos odnosno isparavanje vode (Lovrić, 2003; Brnčić i sur., 2009; Režek Jambrak i sur., 2010; Landeka, 2017).

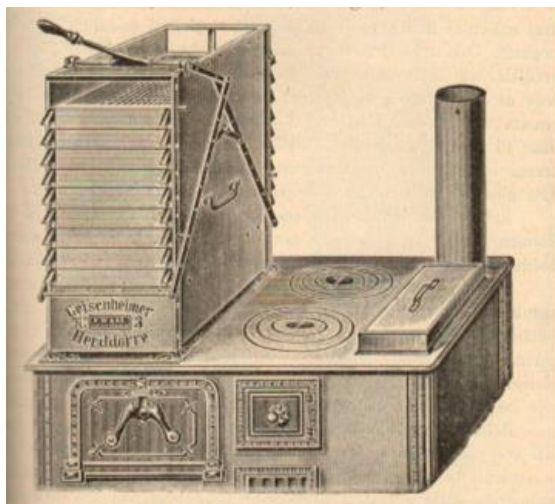
Gubitak vode, hlapljivih spojeva i segregacija komponenata do kojih dolazi tijekom sušenja rezultira značajnim strukturnim promjenama sirovine, prvenstveno utječe na krutost staničnih stijenki, kao i promjenu senzornih svojstava u odnosu na svježi plod. Tijekom sušenja, strukturne promjene koje uključuju oštećenja i lom staničnih struktura te druge mikrostrukturne promjene u konačnici se manifestiraju kao promjene u volumenu, poroznosti i gustoći (Mattea i sur., 1989; Ramos i sur., 2003). Često se tijekom procesa sušenja površina proizvoda suši puno brže nego njegova unutrašnjost (Aguilera i Stanley, 1999). Gubitkom vode tijekom procesa sušenja potiče se smanjenje veličine staničnog tkiva, a s time i mase ploda, a ovisi o metodi i uvjetima sušenja (Krokida i Maroulis, 1997). Gubitak vode je popraćen gubitkom unutarnjeg tlaka te stoga stanično tkivo gubi volumen i postaje mekano. Fizikalna svojstva sušenog proizvoda povezana su sa mikrostrukturom stanica, a čine je poroznost i gustoća (Zogzas i sur., 1994). Poroznost je izravno ovisna o inicijalnom udjelu, sastavu i volumenu vode (Krokida i sur., 1997). Tijekom sušenja poroznost proizvoda se povećava dok se voda i hlapljivi sastojci gube. Vrijednosti poroznosti dehidriranih proizvoda ovise o strukturnom materijalu kao i o uvjetima sušenja (Krokida, 2000). Poroznost je definirana kao omjer između volumena pora i ukupnog volumena proizvoda (Lewis, 1987). Smanjenjem udjela vode u plodu

povećava se gustoća čestica, koja je definirana kao masa čestica podijeljena sa volumenom čestica, izostavljajući volumen pora (Lewis, 1987). Metode sušenja značajno utječu na boju dehidriranih proizvoda. Boja ploda mijenja se tijekom dehidracije, ne samo zbog isparavanja površinske vode, već i zbog određenih reakcija, kao što su enzimske i neenzimatske posmeđivanje, te reakcije karamelizacije šećera (Kudra i Strumillo, 1998). Takve reakcije su nepoželjne i dovode do posmeđivanja ploda. Kako bi se izbjegla i usporila oksidativno-enzimatska reakcija degradacije boje prije sušenja koriste se razni konzervansi poput sumpornog dioksida, tokoferola, tokotrienola, eritorbinske ili askorbinske kiseline (Sapers i Ziolkowski, 1967; Tepić, 2005).

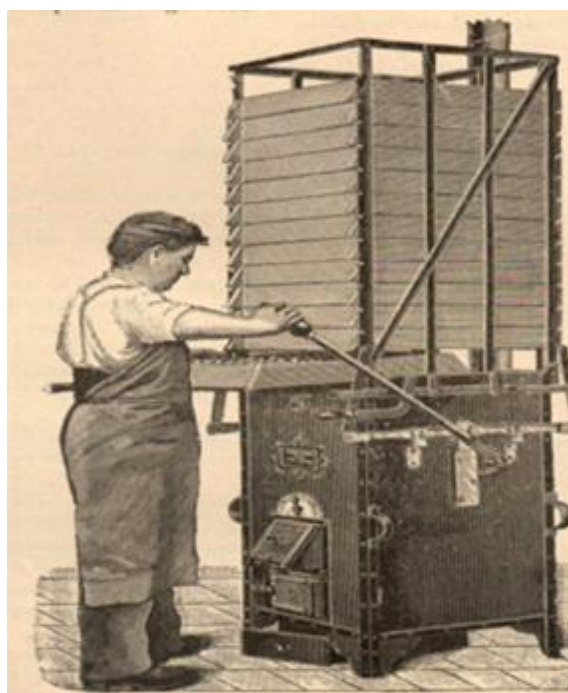
Suvremena tehnologija prerade suhe šljive uglavnom se temelji na sušenju pri visokim temperaturama između 85 i 90 °C, s konačnim udjelom vode u plodu između 20 i 26 % (Cvejanov i sur., 2004). Dehidracija ploda na visokim temperaturama iziskuje veliki utrošak energije, što u konačnici financijski opterećuje proizvod (Bousignon, 1988; Sabarez i sur., 1997), a također uzrokuje oštećenja u teksturi, boji, okusu i nutritivnoj vrijednosti ploda (Nijhuis i sur., 1998; Adiletta, i sur., 2014). Okos i sur. (1992) napominju da su prilikom sušenja plodova šljive pri nižim temperaturama od 50 °C zadržane sve nutritivno vrijedne komponente u osušenom proizvodu. Adiletta i sur., (2014) proveli su istraživanje utjecaja sušenja na kvalitetu i senzorska svojstva plodova šljive. Rezultati su pokazali da se sušenjem plodova pri 50 °C do 35 % udjela vode u plodu osigurava i zadržava sočnost, konzistencija, povoljan odnos udjela topljive suhe tvari i ukupnih kiselina. Ovako osušeni plodovi zadržali su okus i miris sličan svježim plodovima, a ujedno predstavljaju posebnu kvalitetu gotovog proizvoda i stoga su ti plodovi rado prihvaćeni od strane konzumenata.

2.5.4. Uređaji za sušenje

Razvoj uređaja prisilnog načina sušenja konvekcijom započeo je još u 19. st. U početku su to bile jednostavne sušnice koje su imale grijač kao izvor topline (slika 7). S obzirom da se u takvoj sušnici toplina nejednako raspoređivala, voće se nejednako sušilo (Radić, 1905; Radić, 1908). Isti autor navodi da se u kasnijim godinama 19. stoljeća konstruirao i usavršio noviji sustav sušenja ugrijanim zrakom kao što je vidljivo na slici 8.

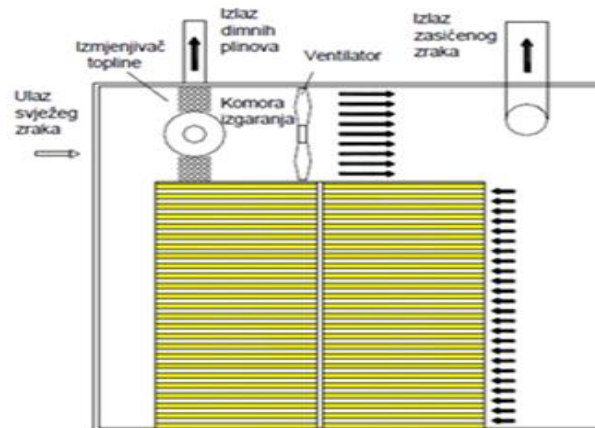


Slika 7. Jednostavna sušnica (Radić, 1905)



Slika 8. Modificirana sušnica (Radić, 1908)

Zbog velike raznolikosti u sastavu i svojstvima hrane, početkom 20. stoljeća konstruirani su i u proizvodnji prisutni različiti tipovi sušnica. Komorne sušnice su najjednostavniji tip sušnica (slika 9), u pravilu su diskontinuirane, a sastoje se iz jedne izolirane komore, ventilatora i grijača. Plodovi se nalaze na okvirima umetnutim u sušnicu koje se ne pomiču za vrijeme sušenja. Predviđena je za manje kapacitete površine okvira do 100 m² (otprilike 2000 kg plodova šljive). Glavni nedostatak ovih sušnica je veliki manualni rad potreban za opsluživanje sušnice i relativno slab intenzitet sušenja (Grabowski, 2005).



Slika 9. Komorna sušnica (Grabowski, 2005)

Tunelske ili kanalske sušnice najzastupljenije su u komercijalnoj proizvodnji suhe šljive. Obično su polukontinuirane, a postoje dva tipa ove sušnice. S obzirom na kretanje materijala i zraka postoje protustrujne i sustrujne (istostrujne) tunelske sušnice (slika 10), a mogu se kombinirati i povezivati u serije. Kod istosmjernih tunelskih sušnica početna temperatura zraka može se kretati od 85 °C do 90 °C, a krajnja od 60 °C do 65 °C pri čemu sušenje ploda šljive traje od 16 do 18 sati (Okos i sur., 1992; Cvejanov i sur., 2004). Predviđene su za srednje kapacitete, ukupne površine okvira do 300 m² (6000 kg šljive). Plodovi se nalaze na okvirima umetnutim u kolica koja se periodično pomiču za vrijeme sušenja (Sabarez i Price, 1999; Lovrić, 2003; Grabowski, 2005).



Slika 10. Tunelska istostrujna sušnica (Grabowski, 2005)

Sušnica s trakom je po principu rada vrlo slična tunelskoj (slika 11). Plodovi se stavljaju postupno na pokretnu perforiranu traku preko koje se plodovi transportiraju u sušnicu na sušenje. Ovakvim načinom omogućena je kontinuiranost procesa i dobar kontakt s ugrijanim

zrakom. U sušnicama sa protustrujnim kretanjem zagrijanog zraka sušenje šljive traje oko 20 sati. Početna temperatura je od 75 do 78 °C, a krajnja od 50 do 60 °C. Najčešće ima tri ili pet traka. Zrak se zagrijava grijačima smještenim sa strane ili između traka. Kapacitet ove sušnice iznosi 3000 kg/h svježe robe (Lovrić, 2003; Grabowski, 2005; Jelen, 2005; Živković, 2006).



Slika 11. Trakasta sušnica (Grabowski, 2005)

Kod prethodno navedenih tipova sušnica prilikom punjenja okvira ili traka, ručno ili automatski preko specijalno konstruiranih uređaja potrebno je vršiti kontrolu debljine sloja plodova. Plodovi šljive najkvalitetnije i najbrže se suše kada su raspoređeni u jednom sloju i međusobno se ne dodiruju (Cvejanov i sur., 2004). Isti autor navodi da se na 1 m² površine police ili trake može rasporediti oko 15 kg svježih plodova šljiva.

2.5.5. Klasiranje i pakiranje osušenih plodova

Prije skladištenja, a poslije sušenja plodovi šljiva se trebaju potpuno ohladiti. Za skladištenje suhe šljive koriste se prostorije koje su: čiste, prozirane, dezinficirane, s propisno obrađenim podom kako bi se onemogućio razvoj bilo kakvih štetnika i nametnika. Ohlađena šljiva stavlja se u boks palete i unosi u specijalne komore na dezinfekciju. Nakon dezinfekcije suhi plod šljive unosi se u skladište i čuva u rinfuznom stanju do daljnje obrade. Prije pakiranja i plasiranja suhe šljive na tržište vrši se klasiranje, u pet do šest klasa, kako bi proizvod bio što ujednačenije kvalitete (Marković, 2009). Ovisno o sorti, klase se predstavljaju brojem plodova u pola kilograma prikazanim u tablici 6 prema UNECE standardu DDP-07, (2003).

Tablica 6. Europski dizajn plodova za suhe šljive u 0,5 kg (UNECE standard DDP-07,2003)

Klasa	Oznaka	Broj plodova u 0,5 kg
I	gigantske	ne više od 44 ploda
II	vrlo velike	između 44 i 55 plodova
III	velike	između 55 i 66 plodova
IV	srednje	između 66 i 77 plodova
V	male	između 77 i 99 plodova
VI	jako male	više od 99 plodova

Nakon klasiranja osušeni plodovi šljive pakiraju se u adekvatnu ambalažu napravljenu od materijala koji je nepropustan za vodu, kisik, svjetlost i strane mirise. Plodove osjetljive na oksidaciju preporučljivo je pakirati u inertnom plinu (dušik). Time se sprječavaju promjene boje i okusa, čak i u slučaju dužeg skladištenja na višim temperaturama. Skladištenjem proizvoda pri nižoj temperaturi produljuje se rok uporabe proizvoda. U posljednje vrijeme u mnogim zemljama kvalitetnijom suhom šljivom smatra se ona šljiva koja između ostalih svojstava ima i nešto veći udjel vode (oko 35 %). Takve plodove potrebno je zaštititi (od štetnih patogena) tretiranjem najčešće 5 %-nom otopinom kalijeva sorbata te je hermetički zatvoriti u ambalažu. Osim standardnih pakiranja u plastične vreće od 250 do 500 g, kao i kartonske kutije od 1 kg i 12,5 kg koriste se i vakumske vrećice (Niketić-Aleksić, 1988; Ivančević, 2003). Vrećice koje se koriste izrađene su od materijala koji imaju dobra barijerna svojstava (plamid/polietilen – 20/70 μm ili metalizirani polipropilen/polipropilen – 20/20 μm), a pogodne su i za čuvanje plodova u modificiranoj atmosferi.

2.6. Senzorska svojstva suhih šljiva

Kvaliteta osušениh šljiva procjenjuje se i na temelju senzorskih svojstava. Kvalitetna suha šljiva mora imati uravnotežen kiselo-slatki okus s očuvanim prirodnim aromama koje podsjećaju na svježiju šljivu (ISO 4121:2003).

Senzorska svojstva se još uvijek najčešće ispituju i ocjenjuju ljudskim osjetilima te su ključni u određivanju prihvatljivosti proizvoda. Senzorska ispitivanja provode trenirani senzorski analitičari pri čemu mjere ukupnu prihvatljivost ili kvalitetu proizvoda, određuju jesu li neki proizvodi slični ili različiti te mjere intenzitet određene značajke. Prva faza senzorske kontrole je vizualni pregled koji obuhvaća promatranje vanjskih svojstava ploda, boje, veličine ploda i promjene na samom plodu. Izgledom, plod treba biti što pravilnijeg oblika, bez deformacija, mehaničkih oštećenja, ujednačenog oblika i veličine (Vračar, 2001).

Boja je jedan od najvažnijih pokazatelja kvalitete sušene šljive i kao takva vrlo je značajan čimbenik senzorske ocjene. Boja utječe na prihvatljivost proizvoda od strane potrošača i time na komercijalnu vrijednost proizvoda (Nieto-Sandoval i sur., 1999). Intenzitet boje zavisi od

sirovine, a gubitak (blijeda boja, boja bez sjaja) ili promjena boje posljedica su neadekvatnih postupaka u nekom tehnološkom procesu te u konačnici predstavljaju nedostatak kvalitete gotovog proizvoda. Općenito, od sušenog proizvoda traži se specifična, intenzivna i ujednačena boja. Boja osušenog proizvoda može se analizirati senzorno ili instrumentalno. Opažanje boje se razlikuje i u zavisnosti je od oka ocjenjivača, kao i od veličine ploda, izvora svijetlosti, pozadine i kontrasta, te ugla pod kojim se plod promatra. Instrumentalnom metodom određuju se konkretni pokazatelji pomoću numeracije boje sa tri koordinate CIE ($L^*a^*b^*$) sustav. Pretpostavlja se da razlika boja uzoraka manja od 1,0 nije senzorno uočljiva (Filimon, 2011).

Tekstura je značajno svojstvo kvalitete voća i povrća te je uvjetovana procesima sušenja. Snažno je povezana sa sastavom i strukturom staničnih stijenki (Reeve, 1970). Pri definiranju pojma, tekstura se najčešće povezuje sa svojstvima hrane i osjećajima koji nastaju tijekom njenog konzumiranja. Percepcija tekture ploda povezana je informacijama kroz nekoliko osjeta (Wilkinson i sur., 2000). Osjet tekture obuhvaća ocjenjivanje hrane u ustima, a uključuje rad kože, mišića i vezivnih tkiva u i oko lica. Dehidrirani osušeni plodovi imaju manju elastičnost od svježih plodova, a posljedica su strukturalna oštećenja ploda koja su nastala djelovanjem visokih temperatura (Potter i Hotchkiss, 1998). Senzorsko ocjenjivanje mehaničke tekture suhog ploda šljive uključuje odnos čvrstoće, kohezivnosti, viskoznosti, elastičnosti i adhezivnosti, krtosti, lakoće žvakanja i ljepljivosti. Teksturu je vrlo teško opisati ili mjeriti jer se određuje promjenama opterećenja koje se javljaju u senzorima mišića i zuba. Manje nedostatke u vidu boje i tekture potrošač može zanemariti ukoliko je okus u potpunosti zadovoljavajući. Tekstura proizvoda ili pojedinih čvrstih komponenata, pored instrumentalnog određivanja vrlo jednostavno i jeftino se utvrđuje senzorski (osjetom pipanja, jezikom, zubima (žvakanjem). Tekstura ploda specifična je za svaku sortu (Vračar, 2001).

Aromatske tvari u hrani nastaju sinergističkim djelovanjem komponenti nosioca mirisa i okusa. Miris je rezultat prisutnosti velikog broja različitih aromatskih hlapljivih spojeva (alkohola, estera, aldehida, ketona, laktona, eteričnih ulja, terpena i organskih kiselina), dok okus formiraju ugljikohidrati, aminokiseline, proteini, lipidi, kiseline i soli. Miris se osjeti osjetilima (receptorima) koji su smješteni u nosu dok se aroma manifestira kao ukupan organoleptički osjećaj koji nastaje prilikom unošenja hrane u usta. Okus je glavno mjerilo na osnovu kojeg se hrana može ocijeniti kao zadovoljavajuća ili ne. U praktičnoj senzorici okus se percipira kao četverodimenzionalni fenomen: slano, slatko, kiselo i gorko, dok je miris obuhvaćen puno širim spektrom. Trpkost je direktno povezana s udjelom fenolnih spojeva i obično se smanjuje tijekom procesa dozrijevanja zbog konverzije trpkih fenolnih spojeva (npr. tanina) iz topljivog oblika u netopljive. Aromatske tvari u hrani nalaze se u relativno malim koncentracijama (ppm), te one imaju primarno organoleptičku, a ne nutritivnu funkciju. Pri različitim temperaturama različito isparavaju te su podijeljene na: lako hlapljive, teže hlapljive,

teško i izrazito teško hlapljive. Aromatski kompleksi u hrani mogu biti nepoželjni, a čine ih sekundarno nastali spojevi pri fermentaciji, nepoželjnim biokemijskim i kemijskim procesima prerade i nepravilnog čuvanja sirovine ili gotovog proizvoda. Arome su smještene u nosačima aroma (lipidi, ulja i masti, voskovi, pektinske tvari, voda i etanol), a ujedno doprinose senzorskoj percepciji (Vračar, 2001).

Senzorska analiza se često koristi za određivanje prihvatljivosti novo razvijenog proizvoda pomoću kvantitativne deskriptivne analize. Cilj deskriptivne analize je ocjenjivanje kvantitativnih specifikacija važnih senzorskih svojstava proizvoda i procjena intenziteta svojstva u uzorku koji se istražuje (Kader, 1999; Gimenez i sur., 2001).

3. MATERIJAL I METODE RADA

3.1. Materijal rada

3.1.1. Pokusni nasad šljive

Pokusni nasad šljive nalazi se na površinama Zavoda za voćarstvo, Hrvatskog centra za poljoprivredu, hranu i selo u Donjoj Zelini u blizini Zagreba na 150 - 180 m n/v, 45° 55' 12" geografske širine i 16° 14' 42" geografske dužine (slika 12). Ovo područje karakterizira prosječna godišnja temperatura od 10,7 °C, i 855,1 mm ukupnih oborina (DHMZ, 2015). Nasad šljiva podignut je 2006. godine na različitim podlogama i sortama razmaka sadnje 4,0 × 2,2 m. a formirani uzgojni oblik je vretenasti grm. Pokus je postavljen po metodi slučajnog bloknog rasporeda u tri ponavljanja pri čemu se svaka repeticija sastojala od deset stabala sa kojih su ubrani plodovi za istraživanje (slika 13). Za potrebe istraživanja korišteni su plodovi triju sorti šljiva: 'Bistrica', 'President' i 'Tepend plus' koje su cijepljene na slabo bujnoj podlozi WaxWa. U nasadu je uveden sustav navodnjavanja kap po kap, protugradna mreža te je instalirana stanica za meteorološko praćenje temperature zraka i tla, vlažnosti lista i zraka, te količina oborina. Tlo u voćnjaku je okarakterizirano kao pseudoglej, te je prije sadnje izvršeno duboko oranje i obogaćivanje tla unosom organskih tvari: zelenom gnojdbom, dodatkom većih količina organskog (stajskog) gnojiva kao i mineralnog gnojiva, a pH vrijednost je korigirana primjenom vapnenih materijala (kalcifikacijom). U pokusnom nasadu godišnje se provode standardne agrotehnološke mjere njege i zaštite u skladu s propozicijama integrirane proizvodnje (slika 14).



Slika 12. Pokušalište Zavoda za voćarstvo, Hrvatskog centra za poljoprivredu, hranu i selo u Donjoj Zelini (Foto: D. Polić, 2014)



Slika 13. Stabla šljive u pokusnom nasadu Zavoda za voćarstvo, Hrvatskog centra za poljoprivredu, hranu i selo



Slika 14. Standardne agrotehnološke mjere njege i zaštite nasada šljive

3.1.2. Biljni materijal

Za potrebe istraživanja u optimalnom roku berbe ubrani su svježi plodovi šljive sorti 'Bistrice', 'President' i 'Topend plus'. Optimalni rok berbe utvrđen je praćenjem fizikalno-kemijskih svojstava plodova tijekom zrenja, tj. mjerenjem tvrdoće ploda (g cm^{-2}), udjela topljive suhe tvari ($^{\circ}\text{Brix}$), ukupnih kiselina (g L^{-1}) i pH vrijednosti. Berba plodova vršila se u više navrata. Razmak između pojedinih berbi svake sorte iznosio je 2 do 4 dana, a vršene su za sortu 'Bistrice' u razdoblju od 22.08. do 03.09.2014., sortu 'President' od 03.09. do 15.09.2014., te sortu 'Topend plus' od 09.09. do 23.09.2014. Plodovi svih sorti iz istraživanja brani su ručno u plastične posude u ranim, jutarnjim satima za suhog vremena. Nakon branja plodovi su dopremljeni u laboratorij Zavoda za voćarstvo, HCPHS gdje su provedena istraživanja

pomoloških i fizikalno-kemijskih svojstava nakon čega su slijedećeg dana podvrgnute predtretmanima i procesu sušenja.

Detaljan opis sorti iz istraživanja opisan je u daljnjem tekstu. Smatra se da sorta 'Bistrica' potječe iz Male Azije (Sirije, Kavkaza, Perzije ili Kaspijskog jezera) (Mišić, 2006). Zbog svoje kvalitete sorta 'Bistrica' je u prošlosti (17. stoljeće) bila najraširenija sorta u Hrvatskoj, cijeloj Europi, a uzgajala se i u Americi (Downing, 1855). Ubraja se u skupinu najboljih sorti šljive s obzirom na kvalitetu ploda i pogodnosti za preradu. Danas je njen utjecaj smanjen zbog osjetljivosti na šarku šljive. Ovisno o zemlji uzgoja, poznata je pod raznim nazivima: Francuska 'Obična cjepača' ili 'Alzaška cjepača' ('Quetsche commune', 'Quetsche d'Alsace'), Njemačka 'Domaća cjepača' ('Hauszwetshe'), Čehoslovačka 'Domaća cjepača' ('Domáci švestka'), Rusija 'Domaća mađarka' ili 'Obična mađarka' ('Vengerka domašnjaja', 'Vengerka obiknovenaja'), Engleska i SAD 'Njemačka šljiva' ('German prune'), te Srbija i Bosna i Hercegovina 'Požegača'. Kako ima više sinonima, u različitim proizvodnim područjima Republike Hrvatske nazivaju je: Požegača, Mađarica, Bosanka, Debelica, Savka (Vitolović, 1949; Kapetanović, 1984; Beschreibende Sortenliste Steinobst, 1997). Stablo raste sporo i srednje je bujnosti s gustom uspravnom piramidalnom krošnjom čije se grane pod teretom ploda s vremenom saviju. Stablo je na vlastitom korijenu srednje bujno, dok na slabo bujnoj podlozi WaxWa raste do 3,5 metara. Iako se dobro prilagođava različitim klimatskim i zemljišnim uvjetima, najbolje uspijeva na brdskim položajima od 200 do 600 m nadmorske visine, na plodnijim tlima i uz primjerenu agrotehniku. Kasno cvate, samooplodna je sorta i ne treba oprašivača. Dobar je oprašivač za druge sorte. Srednje osjetljiva prema niskim zimskim temperaturama, a zbog kasnije cvatnje ne stradava često od kasnih proljetnih mrazeva. U toplom području dozrijeva krajem kolovoza i početkom rujna, a u brdsko planinskim područjima početkom listopada. Plodovi su sitniji, prosječne mase 18-30 g i promjera 26-34 mm, eliptičnog ili duguljasto-ovalnog oblika. Kožica je tamno plave boje, prekrivena sivim maškom (slika 15). Meso ploda je od žućkasto zelene do zlatno žućkaste, čvrsto, sočno, izvanredne kvalitete zbog izbalansiranog omjera šećera i kiselina, vrlo ukusno. Koštica je duga i spljoštena, hrapava, s jedne bočne strane skoro ravna, s druge svinuta u obliku polumjeseca, na svinutoj strani nalazi se plitka brazda, meso je priljubljeno uz košticu samo malo na gornjem kraju kod osnove. Meso se lako odvaja od koštice (izrazita je kalanka). Prosječan udio topljive suhe tvari je oko 20,4 °Brix-a. Plod dobro podnosi berbu i transport (Hartman, 2003; Fischer, 2003; Mišić, 2006). Izvrsna je za konzumaciju u svježem stanju, ali je pogodna i za preradu. Nedostatci kod uzgoja sorte 'Bistrica' su kasni ulazak u rod, sklonost alternativnoj rodosti i velika osjetljivost na šarku šljive, plamenjaču i rđu, a nešto manje na trulež (Vitolović, 1949; Kapetanović, 1984; Beschreibende Sortenliste Steinobst, 1997; Hartman, 2003; Fischer, 2003; Mišić, 2006).



Slika 15. Plod sorte 'Bistrica'

'President' je sorta podrijetlom iz Engleske, (Sawhridgeworth 1894. god.) od nepoznatih roditelja. Prvotno se uzgajala u grofoviji Hertfordshire, a kasnije se uzgoj proširuje na južnu Njemačku (Beschreibende Sortenliste Steinobst, 1997). Stablo je srednje bujnog do bujnog rasta, redovite i dobre rodnosti. Dugo vremena bila je jedna od najkasnijih sorti po vremenu dozrijevanja. Krošnja je krhke građe i sklona ogoljivanju. Sorta rodi na jednogodišnjim izbojcima. Stranooplodna je sorta. Dobri oprašivači su joj 'Ruth Gerstetter', 'Bistrica', 'Stanley', 'Čačanska ljepotica'. Ona je dobar oprašivač drugim sortama. Zahtjeva veliku sumu inaktivnih temperatura pa se ne preporučuje uzgajati u toplijim krajevima. Pogodna je za uzgoj u brdsko-planinskom dijelu. Ističe se velikom otpornošću prema niskim temperaturama i kasnim proljetnim mrazovima (Beschreibende Sortenliste Steinobst, 1997; Fischer, 2003). Tolerantna je na šarku, simptomi su vidljivi samo na lišću. U vlažnim (kišnim) godinama osjetljiva na trulež (Beschreibende Sortenliste Steinobst, 1997; Fischer, 2003). Dozrijeva dosta kasno od sredine do kraja rujna. Plod je srednje krupan do krupan mase do 65 grama elipsasto - jajolikog oblika (slika 16). Crveno ljubičaste boje, koja potpuno postane ljubičasta kada plod sazrije i prekrivena je pepeljastim maškom. Meso ploda je žuto do zeleno žute boje, vrlo sočno, srednje čvrsto, slatko-kiselkastog okusa s ugodnom aromom i lako se odvaja od koštice, kalanka. Koštica je dosta velika. Dobro podnosi transport te se može skladištiti 2 do 4 tjedna. Plodovi

se koriste za potrošnju u svježem stanju i preradu (Beschreibende Sortenliste Steinobst, 1997).



Slika 16. Plod sorte 'President'

'Topend Plus' spada u grupu „Super šljiva“, tj. u „Top“ selekciju čiji su plodovi prosječne mase jednake ili veće od 50 g. Sorta je selekcionirana u Geisenheimu, Njemačka križanjem između 'Čačanske najbolje' i 'Valora' (Jacob 2007). Stablo je srednje bujnog uspravnog rasta, kompaktno. Zbog svoga rasta može se saditi i na nešto gušći razmak 5 x 2 m. Redovito i obilno rodi. Cvate srednje rano na jednogodišnjim izbojcima i višegodišnjem drvu. Samooplodna je i nisu joj potrebni oprašivači. Dozrijeva krajem rujna i početkom listopada u zavisnosti od položaja gdje se uzgaja. Plodovi kada su u potpunosti zreli mogu ostati na stablu od dva do tri tjedna bez ikakvih oštećenja. Visoko kvalitetna šljiva omogućuje dugo razdoblje berbe i skladištenja 4 – 6 tjedana (<http://www.schreiber-baum.at>; <http://www.artevos.de>). Plod šljive vrlo je velik, izdužen, plav, mirisav prekriven maškom (slika 17). Meso ploda svjetlo žuto, sočno, čvrsto, slatko, aromatično, lako odvojivo od koštice, kalanka. Posebno krupni plodovi pogodni za stolnu upotrebu i preradu (Jacob 2007; <http://www.schreiber-baum.at>; <http://www.artevos.de>). Sorta 'Topend Plus' dobro je prilagodljiva različitim klimatskim uvjetima i položajima. Tolerantna je na šarku, otporna na trulež, hrđu i druga gljivična oboljenja kao i bakterijske bolesti debla i kore. Pogodna za integrirani uzgoj (Jacob 2007; <http://www.schreiber-baum.at>; <http://www.artevos.de>).



Slika 17. Plod sorte 'Topend plus'

3.1.3. Kvaliteta svježih plodova šljive

Na kvalitetu ploda šljive utječe sorta, podloga, ekološki uvjeti, primjena agrotehnike, tlo, nadmorska visina nasada te rast i razvoj ploda (Kader, 1999; Mišić, 2006). Spinardi i sur., (2005) definiraju kvalitetu svježih plodova šljive kao zbroj različitih međusobno povezanih svojstava, a odnose se na vanjska, unutarnja, mehanička, fizikalna, kemijska, te organoleptička svojstva ploda.

Tijekom rasta, u plodu se događaju brojne strukturne i fiziološke, odnosno biokemijske promjene, uslijed čega dolazi do promjene tkiva kao i mnogobrojnih kemijskih reakcija. Brojni autori ističu da je zrelost ploda genetski uvjetovana te da ju karakterizira skup fizioloških i biokemijskih procesa koji smanjuju tvrdoću mijenjaju strukturu, povećavaju koncentraciju etilena, topljivu suhu tvar, količinu šećera, smanjuju udio organskih kiselina, razvijaju okus, boju i aromatske tvari, mijenjaju antioksidacijsku aktivnost i povećavaju adekvatnost ploda za potrošnju i konzumaciju (Rupasinghei sur., 2006; Usenik i sur., 2007, 2008, 2009; Diaz-Mula i sur., 2008; Perez-Marin i sur., 2010; Kristl i sur., 2011; Mratinić i sur., 2015). Promjene u plodu praćene su nakupljanjem topljive suhe tvari, monosaharida, disaharida, biosinteze hlapljivih tvari i degradacije organskih kiselina. Mratinić i sur., (2015) navode da su posebno izražene promjene povezane s degradacijom klorofila, to jest promjene boje uvjetovane su nakupljanjem karotena i flavonoida. Također prilikom zrenja ploda šljive dolazi do mekšanja ploda što ujedno određuje i sočnost ploda.

3.1.4. Priprema plodova za sušenje

Plodovi namijenjeni sušenju sortirani su prema veličini, te su uklonjeni oni s eventualnim mehaničkim oštećenjima. Prije postupka sušenja plodovi su oprani te im je uklonjena koštica postupkom mehaničkog odvajanja (slika 18, a).

Također, prije sušenja zbog potrebe uklanjanja voštane prevlake (slika, 18, b i c) s kožice ploda korišteni su različiti predtretmani podijeljeni na mehaničke, kemijske te tretiranje ugrijanom vodom. Mehanički predtretman uključivao je upotrebu abrazije uz korištenje cilindra (slika 19, a) koji je s unutarnje strane obložen inertnim abrazivnim materijalom tip PW400. Brzina rotacije cilindra iznosila je 120 rpm, a postupak abrazivnog predtretmana proveden je pri tri različita vremena vrtnje cilindra: 5, 10 i 15 minuta. Kemijski predtretman plodova šljiva uključivao je potapanje plodova u otopinu KOH različitih koncentracija 0,5, 1 i 1,5 % pri dvije različite temperature 22 i 60 °C prilikom čega je vrijeme potapanja svježih plodova trajalo 60 sekundi. Nakon provedenog predtretmana plodovi su isprani destiliranom vodom i ocijeđeni da bi se uklonio višak vode (slika 18, d). Posljednji predtretman uključivao je potapanje plodova u destiliranu vodu pri dvjema različitim temperaturama od 22 °C i 60 °C u trajanju od 60 sekundi (slika 19, b). U tablici 7 prikazan je dizajn eksperimenta provedenih predtretmana. Kao

kontrolni uzorak korišteni su plodovi pojedinih sorti koji nisu predtretirani, odnosno nije im uklonjena voštana prevlaka. Na skali inteziteta prikazano je oštećenje kože ploda (tablica 8)

Tablica 7. Dizajn eksperimenta provedenih predtretmana na plodovima šljiva sorti 'Bistrice', 'President' i 'Topend plus'

Tretman	Vrijeme tretiranja (min)	Otapalo	Koncentracija (%)	Temperatura (°C)
Mehanički- abrazija	5	-	-	-
	10	-	-	-
	15	-	-	-
Kemijski	1	KOH	0,5	22
	1	KOH	1,0	22
	1	KOH	1,5	22
	1	KOH	0,5	60
	1	KOH	1,0	60
	1	KOH	1,5	60
Destilirana voda	1	H ₂ O	-	22
	1	H ₂ O	-	60



Slika 18. a) otkošćavanje plodova; b) plodovi prekriveni s voštanom prevlakom; c) uklonjena voštana prevlaka; d) plodovi isprani i ocijeđeni na papirnatim ručnicima



a



b

Slika 19: a) primjena abrazivnog predtretmana uz korištenje cilindra; b) potapanje plodova u destiliranoj vodi pri 60 °C

Tablica 8. Oštećenje kože ploda nakon predtretiranja svježih plodova šljiva. Skala intenziteta 1 do 9. 1 - nema oštećenja, 5 - srednje oštećenje kože (50%) i 9 - više od 90% oštećenja.

Predtretmani	'Bistrica'	'President'	'Topend plus'
Neobrađeni referentni uzorak, kontrola	1	1	1
Abrazija 5 min	2	2	2
Abrazija 10 min	2	2	2
Abrazija 15 min	3	3	2
dH ₂ O 22 °C	1	1	1
KOH 0,5 % pri temp. 22 °C	1	1	1
KOH 1 % pri temp. 22 °C	1	1	1
KOH 1,5 % pri temp. 22 °C	1	1	2
dH ₂ O 60 °C	1	1	1
KOH 0,5 % pri temp. 60 °C	3	4	5
KOH 1 % pri temp. 60 °C	4	5	6
KOH 1,5 % pri temp. 60 °C	6	7	8

Nakon završetka predtretiranja plodovi su pravilno raspoređeni u jednom sloju na polici za sušenje. Izgled plodova šljive nakon provedenih predtretmana prije sušenja prikazan je na slici 20.



Slika 20. Izgled plodova šljive nakon provedenih predtretmana: a) kontrolni uzorak, b) abrazija 5 minuta, c) abrazija 10 minuta, d) abrazija 15 minuta, e) uronjeni u destiliranu vodu pri 22 °C, f) uronjeni u otopinu KOH koncentracije 0,5 % pri 22 °C, g) uronjeni u otopinu KOH koncentracije 1 % pri 22 °C, h) uronjeni u otopinu KOH koncentracije 1,5 % pri 22 °C, i) uronjeni u destiliranu vodu pri 60 °C, j) uronjeni u otopinu KOH koncentracije 0,5 % pri 60 °C, k) uronjeni u otopinu KOH koncentracije 1 % pri 60 °C i l) uronjeni u otopinu KOH koncentracije 1,5 % pri 60 °C

3.1.5. Sušenje plodova šljiva

Nakon predtretmana, tretirani plodovi i plodovi kontrole sušeni su konvekcijom u komornoj sušnici (Buchner AG, Typ 20B, Švicarska) kapaciteta do 30 kg (slika 21).



Slika 21. Komorna sušnica Buchner AG, Typ 20B

Brzina strujanja zraka u sušnici iznosila je $2,0 \text{ m s}^{-1}$, a sušenje je provedeno pri konstantnoj temperaturi zraka od 42°C . Pokus sušenja proveden je u tri repeticije, gdje svaku repeticiju predstavlja jedna polica na kojoj se sušilo oko 2,2 kg plodova svake sorte, a koji su pravilno raspoređeni u jednom sloju na polici za sušenje. Tako pripremljeni plodovi sušeni su do udjela vode u plodu od 35 %. Tijekom cijelog postupka sušenja mjerena je masa plodova svakih četiri sata te računat udio vode prema formuli 3, a temeljem dobivenih podataka formirani su grafikoni sušenja prikazani u rezultatima rada.

(3)

$$W2 = 100 - \frac{m_1}{m_2} \times (100 - W1)$$

Prema kojoj je: W2- udio vode u plodu tijekom sušenja; W1- početni udio vode u plodu prije sušenja; m_1 - masa uzorka (g) prije sušenja; m_2 - masa uzorka (g) tijekom sušenja.

Kako bi se utvrdila konačna masa do koje treba sušiti plodove šljiva da bi im udio vode bio 35 % upotrijebljen je račun prema formuli 4.

(4)

$$m_2 = \frac{m_1 \times (100 - W1)}{100 - W2}$$

Nakon sušenja plodovi su u pola kilograma prebrojani da bi se odredilo u koju klasu proizvoda pripadaju pojedine sorte (tablica 6). Nakon određivanja klase za svaku pojedinu sortu u istraživanju plodovi suhih šljiva pripremljeni su za provedbu pomoloških, senzorskih i kemijskih analiza.

3.2. Metode rada

3.2.1. Određivanje pomoloških i fizikalno-kemijskih svojstava plodova šljive

Utvrdjivanje pomoloških svojstava svježih i sušenih plodova šljiva istraživanih sorti uključivala su: određivanje visine (mm), širine (mm) i debljine (mm) ploda pomičnim mjerilom (Comecta –Sa, Italija) te mase ploda (g) analitičkom vagom (OHAUS Adventure Pro, Švicarska). Ista svojstva određivana su i na košticama svježih plodova kako bi se odredila iskoristivost ploda za sušenje prema formulama 5 i 6.

(5)

$$\text{Plod bez koštice (\%)} = \frac{m(\text{ploda bez koštice})}{m(\text{cijelog ploda})} \times 100$$

(6)

$$\text{Koštica (\%)} = \frac{m(\text{koštice})}{m(\text{cijelog ploda})} \times 100$$

Od fizikalnih svojstava određivana je boja kože ploda šljive kolorimetrijski pomoću Spectrophotometra CM-700d (Konica Minolta, Japan), koristeći CIE $L^*a^*b^*$ sustav, gdje vrijednost L^* predstavlja svjetlinu tj. luminanciju, kromatska vrijednost a^* odnos crvene i zelene boje, a kromatska vrijednost b^* odnos žute i plave boje (Hutchings, 1994). Hue angle ($^\circ$) izračunat je pomoću formule 7, a čije se vrijednosti definiraju kao: crvena - ružičasta: 0° , žuta: 90° , plavkasto - zelena: 180° i plava: 270° .

(7)

$$H = \tan^{-1} \times \frac{b^*}{a^*}$$

Čistoća zasićenosti boje Chroma izračunata je prema formuli 8.

(8)

$$C = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

Tvrdoća ploda istraživanih sorti izmjerena je: destruktivno i nedestruktivno. Destruktivno mjerenje izvršeno je pomoću ručnog penetrometra (FT011, Effegi Italija) a vrijednosti su izražene kao g cm^{-2} . Promjer nastavka kojim se vršilo mjerenje tvrdoće je iznosio 2 mm (za koštičavo voće). Nedestruktivna metoda mjerenja izvršena je bez oštećenja kože i mesa ploda pomoću HPE II Fff testera (Bareiss Prüfgeratebau GmbH, Njemačka). Prosječna vrijednost izmjerenih vrijednosti izražena je kao jedinica tvrdoće po Shore-u. Shore vrijednost se međunarodno definira kao otpor nastavka promjera 2 mm koji prodire u neoštećen plod.

Od kemijskih svojstava svježeg ploda, topljiva suha tvar utvrđena je direktnim očitanjem uzorka na refraktometru (Atago PAL-1, Japan) i izražena je u °Brix. pH vrijednost utvrđena je pH metrom Seven easy (Mettler toledo, Švicarska), a ukupna kiselost potencijometrijskom titracijom prema standardnoj metodi (AOAC,1995) i izražena kao g L^{-1} jabučne kiseline pomoću formule 9:

(9)

$$\text{Ukupne kiseline} = \frac{V(L) \times G \times F}{D}$$

Prema kojoj je: V (L)- volumen utrošene otopine NaOH koncentracije 0,1 mol/L; F = faktor otopine NaOH koncentracije 0,1 mol/L; G- gram ekvivalent najzastupljenije organske kiseline (jabučna) (1 mL NaOH c 0,1 mol/L odgovara 0,67 g L^{-1} jabučne kiseline); D- masa uzorka u razrijeđenoj otopini.

3.2.2. Određivanje ukupne suhe tvari plodova šljiva

Svježim plodovima šljive prije procesa sušenja određena je količina ukupne suhe tvari. Određivanje ukupne suhe tvari provedeno je postupkom sušenja na 105 °C prema standardnoj metodi za voće i povrće (AOAC, 1995). Ukupna suha tvar izračunata je pomoću formule 10:

(10)

$$\text{Suha tvar (\%)} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0}$$

Prema kojoj je: m_0 - masa posudice i pomoćnog materijala (kvarcni pijesak, stakleni štapić); m_1 - masa iste posudice s ispitivanim uzorkom prije sušenja ; m_2 - masa iste posudice s ostatkom nakon sušenja.

3.2.3. Senzorska procjena suhih plodova šljiva

Plodovi tretirani različitim predtretmanima, kao i kontrolni uzorak nakon procesa sušenja ocijenjeni su kvantitativnom deskriptivnom analizom na skali intenziteta od 1 do 7 prema (ISO 4121:2003) (tablica 9). Svako istraživano svojstvo ocijenjeno je u rasponu ocjena od 1 (najslabiji intenzitet) do 7 (najjači intenzitet). Svojstva koja su se ocjenjivala sukladna su sličnim istraživanjima koja su proveli Chen i sur. (2009) a uključivali su: boju (intenzitet – tamno plavo/crno, smeđe/crno i sivo), miris (na šljivu, karamelu i strani miris), okus (na šljivu, slatko, kiselo, sočno, gorko/trpko te strani okus), aromu (na šljivu, karamelu zagorjelo i strana aroma) i konzistenciju (čvrstoća i gumoznost/žvakavost) osušenog proizvoda (ploda).

Tablica 9. Obrazac za senzorsko ocjenjivanje (deskriptivnu analizu)

	UZORAK	1	2	3	4
BOJA	smeđe/crno					
	intenzitet-tamno					
	plava/crna					
	intenzitet-siva					
MIRIS	na šljivu					
	na karamelu					
	strani miris					
OKUS	na šljivu					
	slatki okus					
	kiseli okus					
	sočnost					
	gorko/trpko					
	strani okus					
AROMA	na šljivu					
	na karamelu					
	na zagorjelo					
	strana aroma					
TEKSTURA	čvrstoća					
	gumoznost/ žvakavost					

Ocjenjivanje su proveli školovani senzorski analitičari, tj. panel grupa za procjenu senzorskih svojstava proizvoda iz Laboratorija za senzorske analize hrane Prehrambeno biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (slika 22). Svaki član panela dodijelio je svoju ocjenu za svako svojstvo a ocjene su na kraju prodiskutirane i kao rezultat dobio se senzorski profil svakog predtretmana.



Slika 22. Senzorski analitičari u provedbi senzorskog ocjenjivanja

3.2.4. Određivanje ukupnih fenola, hidroksicimetnih kiselina i flavonola suhih plodova šljive

Određivanje koncentracije ukupnih fenola provedeno je u ekstraktu fenolnih spojeva suhih plodova šljiva primjenom spektrofotometrijske metode temeljem kolorne reakcije fenola s Folin-Ciocalteu reagensom (Ough i Amerine, 1988). Folin-Ciocalteuova metoda je kolorimetrijska metoda koja se temelji na oksidacijskim i redukcijskim reakcijama. U alkalnom mediju, u prisustvu Folin-Ciocalteuova reagensa (smjesa fosfovolframove i fosfomolibden kiseline) fenolni spojevi se oksidiraju, a navedene kiseline reduciraju u volframov oksid i molibdenov oksid koji su plavo obojeni, a čija se apsorbancija mjeri pri valnoj duljini od 765 nm. Dobivene vrijednosti izražene su u ekvivalentima galne kiseline koja je korištena kao standard odnosno u mg GAE mL⁻¹ ekstrakta (Singleton i Rossi, 1965).

Određivanje ukupnih hidroksicimetnih kiselina i flavonola provedeno je u etanolnom ekstraktu uzorka primjenom spektrofotometrijske metode pri čemu je intenzitet nastalog obojenja mjeren pri 320 nm za hidroksicimetne kiseline, a za flavonole pri 360 nm (Howard i sur., 2003).

3.2.5. Statistička analiza

Razlike između sorti s obzirom na predtretmane, vrijeme sušenja, ocjenu kvantitativne deskriptivne analize, fizikalno-kemijskih svojstva ploda statistički su analizirane odgovarajućim modelima analize varijance (ANOVA) te testirane, prema potrebi primjenom *post hoc* testova. Osnovni statistički model uključivao je: utjecaj primjene predtretmana na pojedinu sortu i vrijeme sušenja i međuzavisnost (interakciju) po završetku kvantitativne deskriptivne analize koja je obuhvatila senzorska svojstva boje, mirisa, okusa, arome i teksture osušenog proizvoda (ploda). Podatci su u cijelosti analizirani statističkim programom „STATISTICA 64 ver. 10“, StatSoft, Inc (SAD). Sve analize rađene su u tri ponavljanja te su u tablicama uz srednje vrijednosti prikazane i vrijednosti standardne devijacije (\pm SD), dok različita slova označavaju značajne statističke razlike između istraživanih svojstava kod $p \leq 0,001$.

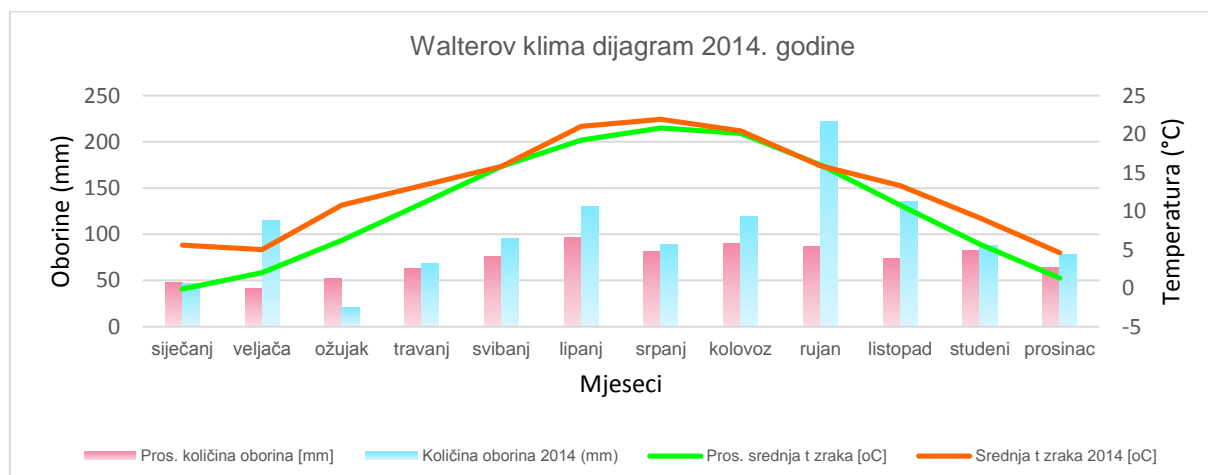
4. REZULTATI

4.1. Analiza ekoloških uvjeta

4.1.1. Klimatske prilike

Analiza meteoroloških podataka za 2014. godinu (srednje prosječne mjesečne temperature zraka i oborine) izvršena je na temelju podataka DHMZ meteorološke postaje Zagreb koja je najbliža postaja lokaciji pokusnog nasada (grafikon 4). Početkom 2014. godine zabilježene su značajno više temperature od prosjeka (5,5 °C u siječnju, 3,0 °C u veljači, 4,6 °C u ožujku i travnju 2,3 °C). Nakon značajno viših prosječnih temperatura u siječnju, početkom veljače bio je period s temperaturama ispod nule. U ljetnim mjesecima prosječna temperatura iznosila je za lipanj 21 °C, a za srpanj 21,9 °C te su za navedene mjesece zabilježene više srednje temperature od prosjeka i to za lipanj 1,8 °C, a za srpanj 1,1 °C.

U klima dijagramu (grafikon 4) prikazane su i prosječne količine oborina za 2014. godinu. U siječnju (48 mm), travnju (69 mm), svibnju (95 mm), srpnju (89 mm), studenom (88 mm) i prosincu (78 mm) prosječne količine oborina bile su u razini prosjeka za Zagreb. Značajno veće količine oborina zabilježene su tijekom veljače (115 mm), lipnja (130 mm), kolovoza (119 mm), rujna (222 mm) te listopada (135 mm) od desetogodišnjeg prosjeka za Zagreb koji je iznosio za veljaču (41 mm), lipanj (96 mm), kolovoz (90 mm), rujan (86 mm) te listopad (73 mm). Značajno manje količine oborina od višegodišnjeg prosjeka 52 mm izmjerena je za mjesec ožujak gdje je zabilježena količina oborina iznosila 21 mm. Količina oborina značajan je podatak u voćarskoj proizvodnji, ali u intenzivnim nasadima kao što je pokusni nasad Zavoda za voćarstvo u kojem su ubrani plodovi šljive namijenjeni istraživanju, mogući nedostatak vode nadoknađuje se navodnjavanjem.



Grafikon 4. Klima dijagram za meteorološku postaju Zagreb (DHMZ, 2014)

4.2. Berba

4.2.1. Optimalni rok berbe

U tablici 10 prikazane su vrijednosti fizikalno-kemijskih svojstva svježih plodova istraživanih sorti šljive temeljem kojih je utvrđen optimalni rok berbe za svaku sortu. Tijekom razdoblja berbi kod sorte 'Bistrica' vrijednosti tvrdoće ploda bile su u rasponu od 960,00 do 1556,00 g cm⁻², kod sorte 'President' od 917,50 do 1454,00 g cm⁻² te kod sorte 'Topend plus' od 1343,00 do 1569,00 g cm⁻². Udio topljive suhe tvari (TST) povećavao se tijekom berbi te se kod sorte 'Bistrica' kretala između 16,35 do 16,60 °Brix, kod sorte 'President' od 11,10 do 11,42 °Brix te kod sorte 'Topend plus' od 10,20 do 11,19 °Brix. Udio ukupnih kiselina (UK) postupno se smanjivao tijekom berbi, te su za sortu 'Bistrica' utvrđene vrijednosti između 15,03 i 10,15 g L⁻¹, sorte 'President' između 17,81 i 11,92 g L⁻¹ te kod sorte 'Topend plus' između 12,03 i 10,67 g L⁻¹. Tijekom razdoblja berbi kod sorte 'Bistrica' pH vrijednost je varirala između 3,12 do 3,47, kod sorte 'President' između 4,23 i 3,89 te kod sorte 'Topend plus' između 3,02 i 4,00.

Temeljem provedenih analiza navedenih fizikalno-kemijskih parametara za svaku sortu utvrđen je optimalni rok berbe, koji je za 'Bistricu' bio 03.09.2014., sortu 'President' 15.09.2014. te sortu 'Topend plus' 23.09.2014.

Tablica 10. Fizikalno-kemijska svojstva svježih plodova sorti 'Bistrica', 'President' i 'Topend plus' tijekom različitih rokova berbi (n = 30)

Sorta	Datum berbe	Tvrdoća ploda (g cm ⁻²)	TST (°Brix)	UK (g L ⁻¹)	pH
'Bistrica'	22.8.2014.	1556,00	16,35	15,03	3,27
	25.8.2014.	1485,00	16,37	14,05	3,32
	27.8.2014.	1057,00	16,40	13,98	3,12
	29.8.2014.	1006,50	16,40	13,97	3,20
	3.9.2014.	960,00	16,60	10,15	3,47
'President'	3.9.2014.	1454,00	11,10	17,81	4,23
	6.9.2014.	1274,00	11,28	15,74	4,08
	9.9.2014.	1142,00	11,33	14,23	4,18
	12.9.2014.	1003,50	11,37	13,92	3,97
	15.9.2014.	917,50	11,42	11,92	3,89
'Topend plus'	9.9.2014.	1569,00	10,20	12,03	3,02
	12.9.2014.	1500,50	10,20	12,38	3,09
	15.9.2014.	1490,00	11,10	12,30	3,34
	19.9.2014.	1463,00	11,14	11,38	3,33
	23.9.2014.	1343,00	11,19	10,67	4,00

4.3. Pomološka i morfološka svojstva svježih plodova šljive

4.3.1. Masa, visina/duljina, širina, debljina svježeg ploda i koštice

Nakon berbe za sve tri sorte izvršene su analize pomoloških i morfoloških svojstava svježeg ploda i koštice (tablica 11). Statističkom analizom podataka utvrđene su visoko signifikantne razlike za sva istraživana pomološka svojstva između analiziranih sorti šljive. Masa plodova istraživanih sorti kretala se u rasponu od 31,42 ('Bistrica') do 60,78 g ('President'), visina ploda od 44,56 ('Bistrica') do 54,68 mm ('Topend plus'), širina ploda od 35,25 ('Bistrica') do 42,96 mm ('President') i debljina ploda od 35,47 ('Bistrica') do 43,75 mm ('President').

Tablica 11. Prosječna masa, visina, širina i debljina svježeg ploda u sorti 'Bistrica', 'President' i 'Topend plus' (n = 30)

Sorta	Masa ploda (g)	Visina ploda (mm)	Širina ploda (mm)	Debljina ploda (mm)
'Bistrica'	31,42c ± 1,70	44,56c ± 1,34	35,25b ± 0,83	35,47b ± 1,23
'President'	60,78a ± 4,00	50,59b ± 2,42	42,96a ± 1,76	43,75a ± 1,80
'Topend plus'	53,96b ± 7,71	54,68a ± 3,19	42,22a ± 1,76	43,55a ± 2,03
Pr>F	***	***	***	***

Vrijednosti označene različitim slovom značajno se razlikuju prema (Fisher LSD) testu. ***- kada je $Pr \leq 0,001$.

Određivanje morfoloških svojstava koštice uključivala su mjerenje mase, duljine, širine i debljina koštice. Sorte su se međusobno značajno razlikovale za sva istraživana morfološka svojstva. 'Bistrica' je u prosjeku imala značajno manju masu koštice (1,20 g) od 'Topend plusa' (2,04 g) i 'Presidenta' (1,91 g). Duljina koštice je varirala, te je najmanja duljina utvrđena kod sorte 'Bistrica' (25,34 mm), a najveća kod 'Topend plusa' (30,24 mm). Značajno veća širina koštice utvrđena je kod 'Presidenta' (16,84 mm), a slijedi je 'Topend plus' (15,87 mm) i 'Bistrica' (15,31 mm). Utvrđene vrijednosti za debljinu koštice variraju između najmanje kod sorte 'Bistrica' (8,58 mm) do najveće kod sorte 'President' (11,33 mm) (tablica 12).

Tablica 12. Prosječna masa, duljina, širina i debljina koštice sorti 'Bistrica', 'President' i 'Topend plus' (n = 30)

Sorta	Masa koštice (g)	Duljina koštice (mm)	Širina koštice (mm)	Debljina koštice (mm)
'Bistrica'	1,20c ± 0,10	25,34c ± 1,18	15,31c ± 0,73	8,58c ± 0,42
'President'	1,91b ± 0,29	26,70b ± 1,64	16,84a ± 0,65	11,33a ± 0,58
'Topend plus'	2,04a ± 0,24	30,24a ± 1,49	15,87b ± 0,75	10,33b ± 0,31
Pr>F	***	***	***	***

Vrijednosti označene različitim slovom značajno se razlikuju prema (Fisher LSD) testu. ***- kada je $Pr \leq 0,001$.

Na temelju dobivenih podataka o masi ploda i masi koštice, izračunata je i iskoristivost ploda šljive iz koje je izuzeta koštica koja za sortu 'Bistrica' iznosi 92,16 %, 'President' 93,77 % i 'Topend plus' 93,09 %. Postotak koštice najveći je kod sorte 'Bistrica' 4,01 % zatim slijedi 'Topend plus' s 3,51 % te najmanji kod sorte 'President' 2,96 %.

4.3.2. Boja kože svježeg ploda

Intenzitet obojenosti svježeg ploda jedno je od važnih svojstava kvalitete proizvoda. Statističkom analizom utvrđena je značajna razlika između istraživanih sorti za kromatske vrijednosti L^* , a^* , b^* *Croma* i *Hue* (tablica 13). Sorta 'President' imala je najnižu vrijednost ($L^* = 43,26$) što znači da je tamnije boje u odnosu na ostale sorte. Nakon toga slijedi sorta 'Topend plus' ($L^* = 44,71$), dok su najsvjetliji plodovi bili kod sorte 'Bistrica' ($L^* = 45,85$). Plodovi sorte 'Bistrica' imali su najmanju kromatsku vrijednost a^* (0,82) i kromatsku vrijednost b^* (0,11) u usporedbi sa sortom 'President' i 'Topend plus'. Najmanja izmjerena *Chroma* vrijednost iznosila je kod sorte 'Bistrica' (1,09), a najveća kod sorte 'President' (2,56). Kromatske vrijednosti *Hue* kretale su se od 37,33 kod sorte 'Bistrica' do 55,01 kod sorte 'President'.

Tablica 13. Kromatske vrijednosti svježeg ploda sorti 'Bistrica', 'President' i 'Topend plus'

Sorta	L^*	a^*	b^*	<i>Chroma</i>	<i>Hue</i>
'Bistrica'	45,85a ± 0,83	0,82b ± 0,48	0,11c ± 0,74	1,09c ± 0,51	37,33b ± 0,74
'President'	43,26c ± 0,34	1,45a ± 0,38	2,09a ± 0,44	2,56a ± 0,50	55,01a ± 8,05
'Topend plus'	44,71b ± 0,68	1,40a ± 0,53	1,10b ± 0,53	1,85b ± 0,57	39,08b ± 12,34
Pr>F	***	***	***	***	***

Vrijednosti označene različitim slovom značajno se razlikuju prema (Fisher LSD) testu. ***- kada je $Pr \leq 0,001$.

4.4. Fizikalno - kemijska svojstva svježih plodova šljive

4.4.1. Tvrdća ploda mjerena destruktivno i nedestruktivno

Zrelost ploda, a samim time i tvrdoća, u vezi je sa sortnim svojstvima i agroekološkim uvjetima uzgoja. Primjenom destruktivne i nedestruktivne metode određivanja tvrdoće plodova sorti 'Bistrica', 'President' i 'Topend plus' utvrđeno je da se istraživane sorte međusobno statistički značajno ne razlikuju u tvrdoći ploda (tablica 14). Uspoređujući rezultate tvrdoće ploda utvrđene destruktivnom i nedestruktivnom metodom najveća tvrdoća ploda utvrđena je kod sorte 'Topend plus' (1554 g cm^{-2} odnosno $61,40 \text{ Shore}$), dok je najmanja tvrdoća utvrđena kod plodova sorte 'Bistrica' (690 g cm^{-2} odnosno $60,82 \text{ Shore}$).

Tablica 14. Prosječna tvrdoća ploda istraživanih sorati ovisno o metodi utvrđivanja destruktivno i nedestruktivno

Sorta	Tvrdoća ploda (g cm^{-2})	Tvrdoća ploda nedestruktivno (Shore)
'Bistrica'	$690c \pm 0,22$	$60,82b \pm 8,01$
'President'	$1190b \pm 0,43$	$61,40b \pm 6,10$
'Topend plus'	$1554a \pm 0,30$	$69,67a \pm 4,88$
Pr>F	***	***

Vrijednosti označene različitim slovom značajno se razlikuju; *** - statistički se značajno razlikuje uz $P \leq 0,001$

4.4.2. Osnovni kemijski sastav svježeg ploda šljive

Prosječne vrijednosti topljive suhe tvari, ukupne suhe tvari, pH, ukupnih kiselina. te omjera topljive suhe tvari i ukupnih kiselina za sorte 'Bistrica', 'President' i 'Topend plus' prikazane su u tablici 15.

Tablica 15. Osnovni kemijski sastav svježih plodova šljiva, istraživanih sorata

Sorta	TST (°Brix)	ST (%)	pH	UK_KIS (g L^{-1})	TST/UK
'Bistrica'	$16,60a \pm 0,001$	$18,07a \pm 0,06$	$3,47b \pm 0,02$	$7,20b \pm 0,15$	$2,31a \pm 0,05$
'President'	$11,37b \pm 0,06$	$16,93b \pm 0,12$	$3,89a \pm 0,03$	$11,92a \pm 0,21$	$0,96c \pm 0,03$
'Topend plus'	$11,10c \pm 0,001$	$11,00c \pm 0,20$	$3,92a \pm 0,01$	$7,63b \pm 0,08$	$1,46b \pm 0,01$
Pr>F	***	***	***	***	***

TST- topljiva suha tvar; ST- ukupna suha tvar; UK_KIS- sadržaj ukupnih kiselina; TST/UK- omjer topljive suhe tvari i ukupnih kiselina. Vrijednosti označene različitim slovom značajno se razlikuju. *** - statistički se značajno razlikuje uz $P \leq 0,001$.

Prosječne vrijednosti topljive suhe tvari bile su u rasponu od 11,10 °Brix za sortu 'Topend plus' do 16,60 °Brix za sortu 'Bistrica'. Najniži sadržaja ukupne suhe tvari utvrđen je kod sorte 'Topend plus' (11,00 %) zatim kod sorta 'President' (16,93 %), dok je najveći postotak utvrđen kod sorte 'Bistrica' (18,07 %). Sorta 'Bistrica' imala je značajno manji pH (3,47) od sorte 'President' (3,89) i 'Topend plus' (3,92). Prosječna vrijednost ukupne kiselosti u istraživanim sortama bila je u rasponu od 7,20 do 11,92 g L⁻¹. Najniži sadržaj ukupnih kiselina u plodu zabilježen je kod sorte 'Bistrica' (7,20 g L⁻¹), zatim kod sorte 'Topend plus' (7,63 g L⁻¹), dok je najveći sadržaj zabilježen kod sorte 'President' (11,92 g L⁻¹). Omjer topljive suhe tvari i ukupnih kiselina (TST/UK) najslabije je izražen kod sorte 'President' (0,96), zatim kod sorte 'Topend plus' (1,46), dok je kod sorte 'Bistrica' taj omjer najizraženiji te iznosi (2,31).

4.4.3. Polifenolni spojevi u svježim plodovima šljive

Udio ukupnih fenola, hidroksicimetnih kiselina i flavonola u svježim plodovima sorte 'Bistrica', 'President' i 'Topend plus' prikazane su u tablici 16.

Tablica 16. Polifenolni spojevi u svježim plodovima šljive

Sorta	Ukupni fenoli (mg 100 g ⁻¹)	Ukupne hidroksicimetne kiseline (mg 100 g ⁻¹)	Ukupni flavonoli (mg 100 g ⁻¹)
'Bistrica'	70,43c ± 2,02	34,04b ± 2,51	37,76b ± 2,10
'President'	74,64b ± 4,49	28,92c ± 5,70	34,08c ± 3,33
'Topend plus'	98,29a ± 9,36	37,63a ± 2,43	39,92a ± 1,69
Pr>F	***	***	***

Vrijednosti označene različitim slovom značajno se razlikuju prema (Fisher LSD) testu. ***- kada je Pr≤0,001.

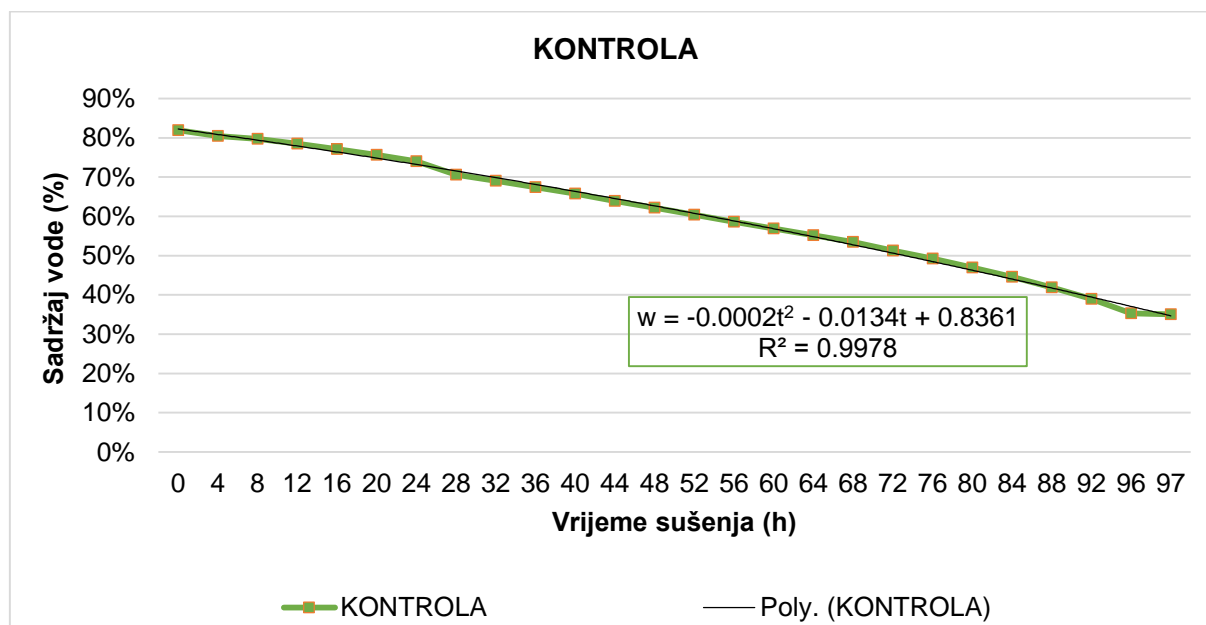
Udio ukupnih fenola bio je u rasponu 70,43 mg 100 g⁻¹ za sortu 'Bistrica' do 98,29 mg 100 g⁻¹ za sortu 'Topend plus'. Najmanji udio ukupnih hidroksicimetnih kiselina utvrđen je kod sorte 'President' (28,92 mg 100 g⁻¹) zatim kod sorta 'Bistrica' (34,04 mg 100 g⁻¹), dok je najveći udio utvrđen kod sorte 'Topend plus' (37,63 mg 100 g⁻¹). Udio ukupnih flavonola u istraživanim sortama bio je u rasponu od 34,08 mg 100 g⁻¹ za sortu 'President' do 39,92 mg 100 g⁻¹ za sortu 'Topend plus'.

4.5. Sušenje i fizikalna svojstva osušenih plodova šljiva

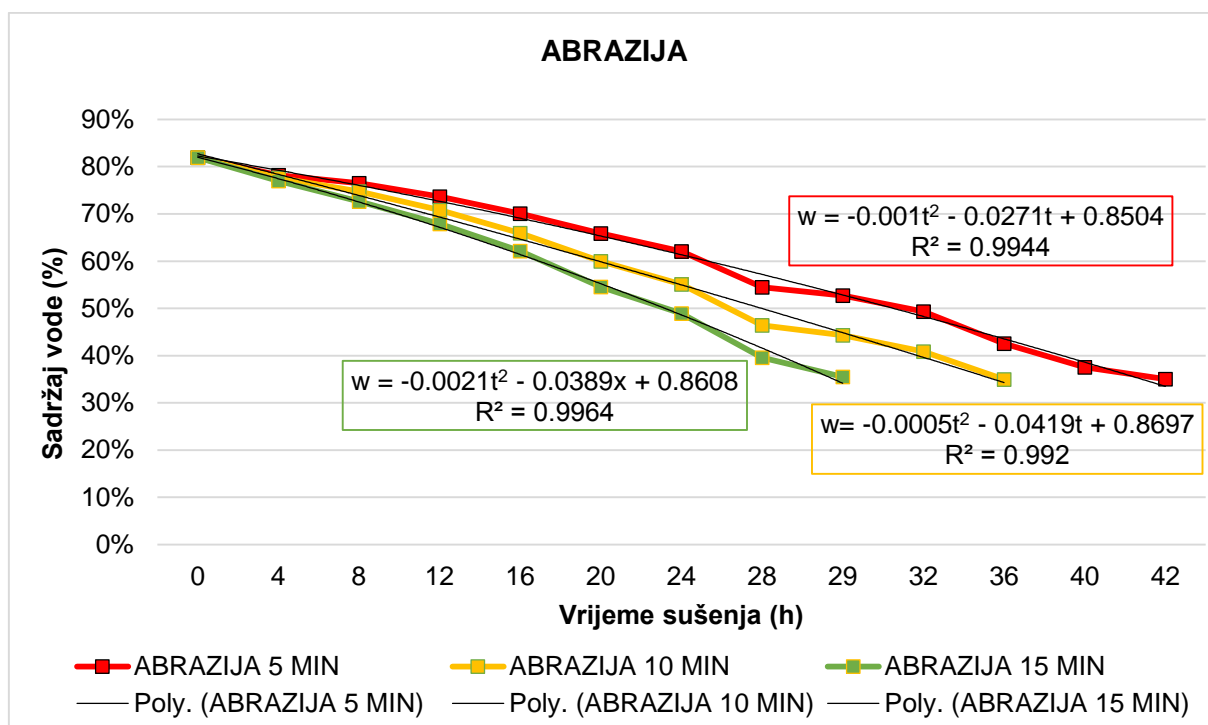
4.5.1. Vrijeme sušenja plodova istraživanih sorti šljiva

Plodovi svih sorti u istraživanju uključujući sve tretirane plodove i plodove kojima nije skinuta voštana prevlaka (kontrolni uzorak) sušeni su do 35 % sadržaja vode u plodu.

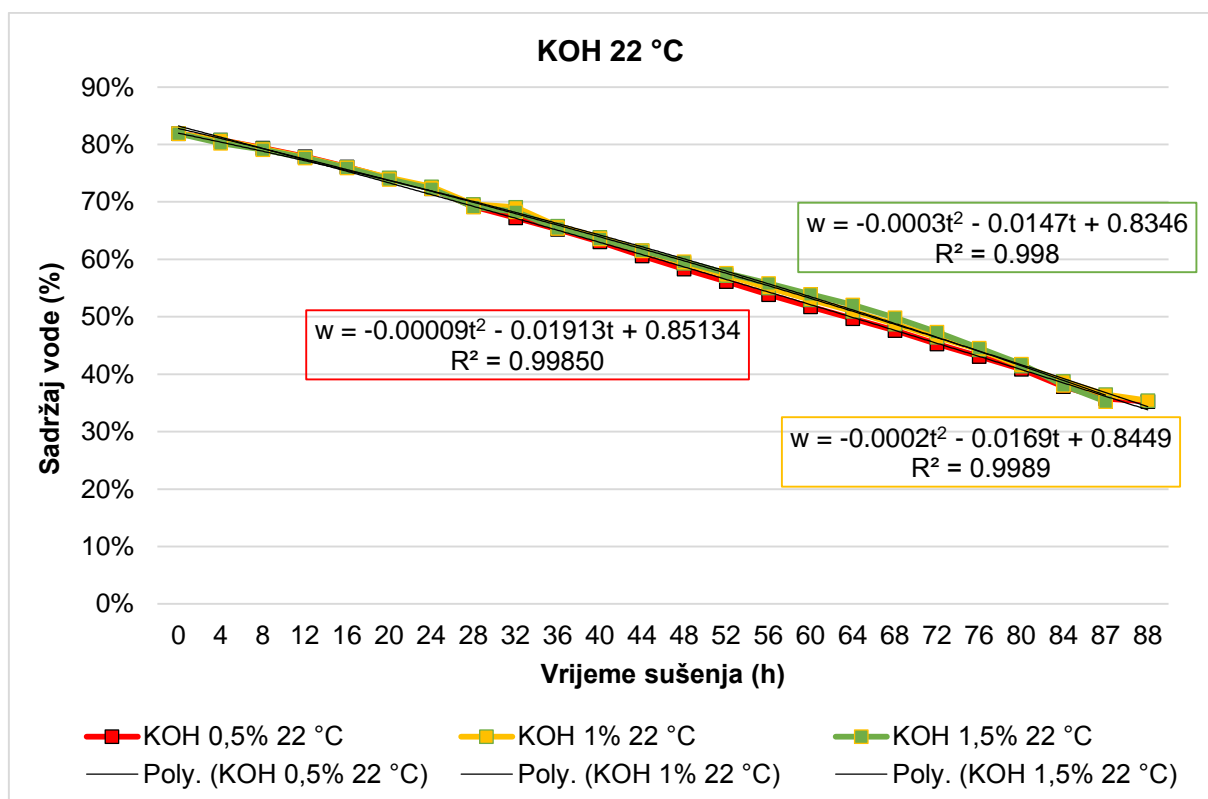
Iz prikazanih grafikona (5 - 9) jasno su vidljivi vremenski periodi u satima sušenja pojedinih uzoraka, tj. prikazan je gubitak sadržaja vode u uzorcima tijekom perioda sušenja. Kod sorte 'Bistrica' vrijeme sušenja kontrolnog uzorka, odnosno svježeg ploda šljive koji nije tretiran (nije uklonjena voštana prevlaka) trajalo je ukupno 97 sati. Kod uzoraka koji su abrazivno tretirani vrijeme sušenja trajalo je od 29 sati za uzorak tretiran abrazijom 15 minuta do 42 sata kod uzorka tretiranog abrazijom 5 minuta. Uzorcima tretiranim s KOH koncentracija 0,5 i 1 % pri temperaturi otopine od 22 °C potrebno vrijeme sušenja iznosilo je 88 sati, dok je kod uzorka tretiranog koncentracijom 1,5 % vrijeme sušenja bilo kraće za jedan sat. Kod uzoraka tretiranih KOH različitim koncentracija (0,5, 1 i 1,5%), te višom temperaturom otopine (60 °C) sušenja je trajalo 29 sati. Kod uzoraka tretiranih destiliranom vodom pri različitim temperaturama (22 i 60 °C) uočena su velika odstupanja u vremenu sušenja te ona iznose 95 odnosno 76 sati. U tablici 17. prikazane su polinomne jednadžbe II. stupnja izvedenih krivulja sušenja.



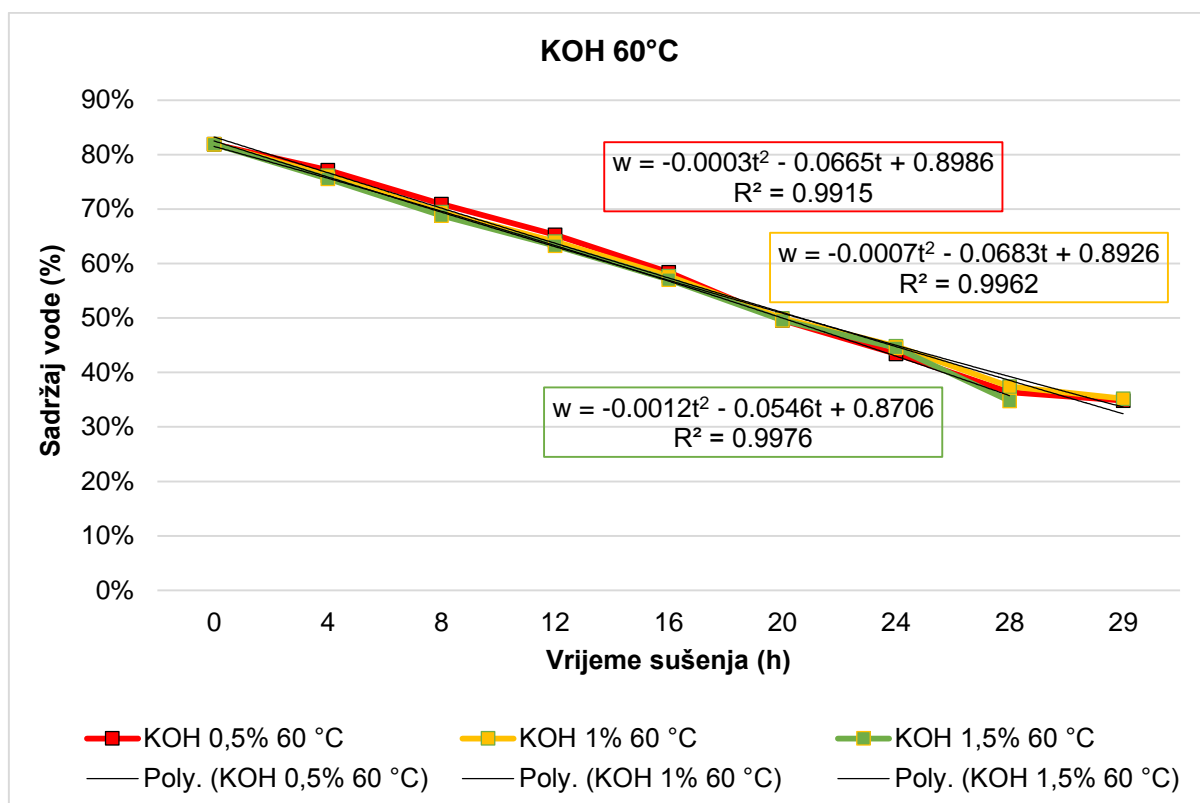
Grafikon 5. Gubitak sadržaja vode (%) tijekom sušenja netretiranih plodova šljive sorte 'Bistrica'



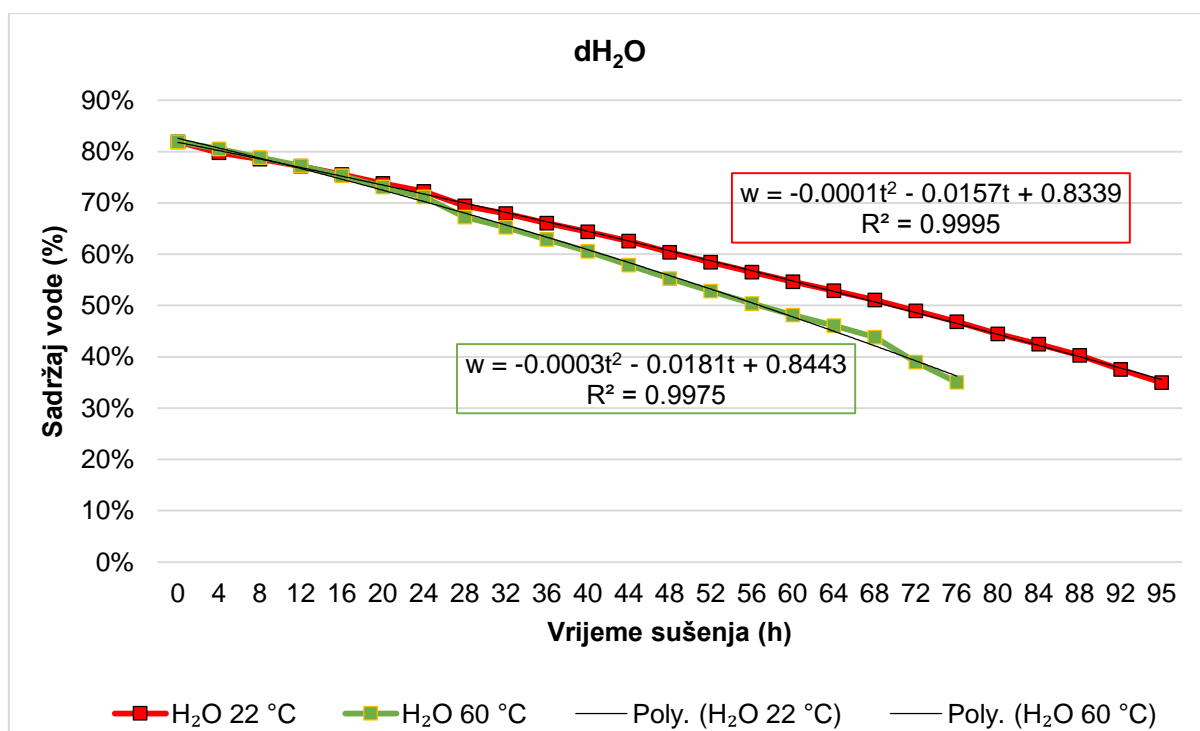
Grafikon 6. Gubitak sadržaja vode (%) tijekom sušenja plodova šljive sorte 'Bistrica' tretiranih abrazijom tijekom 5, 10 i 15 minuta



Grafikon 7. Gubitak sadržaja vode (%) tijekom sušenja plodova šljive sorte 'Bistrica' tretiranih različitim koncentracijama KOH (0,5, 1 i 1,5 %) pri 22 °C



Grafikon 8. Gubitak sadržaja vode (%) tijekom sušenja plodova šljive sorte 'Bistrica' tretiranih različitim koncentracijama KOH (0,5, 1 i 1,5 %) pri 60 °C



Grafikon 9. Gubitak sadržaja vode (%) tijekom sušenja plodova šljive sorte 'Bistrica' tretiranih destiliranom vodom pri 22 i 60 °C

Tablica 17. Polinomne jednadžbe II. stupnja krivulja sušenja uzoraka plodova šljive sorte 'Bistrica'

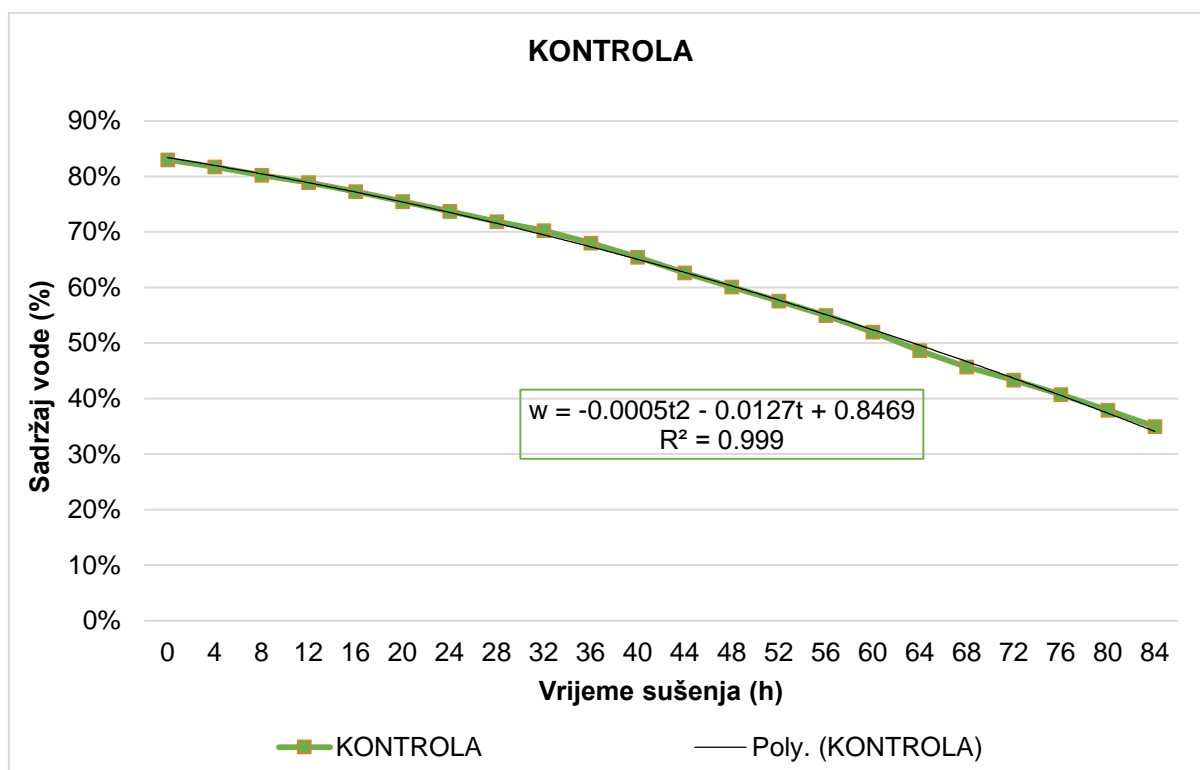
Tretman	Polinomne jednadžbe II. stupnja – krivulje sušenja	R ²	R
Kontrola	$w = 0,8361 - 0,0134t - 0,0002t^2$	0,9978	0,9989
Abrazija, 5 min	$w = 0,8504 - 0,0271t - 0,001t^2$	0,9944	0,9972
Abrazija, 10 min	$w = 0,8697 - 0,0419t - 0,0005t^2$	0,992	0,9959
Abrazija, 15 min	$w = 0,8608 - 0,0389t - 0,0021t^2$	0,9964	0,9982
KOH 0,5 % 22 °C	$w = 0,8513 - 0,0191t - 0,0009t^2$	0,9985	0,9993
KOH 1 % 22 °C	$w = 0,8449 - 0,0169t - 0,0002t^2$	0,9989	0,9995
KOH 1,5 % 22 °C	$w = 0,8346 - 0,0147t - 0,0003t^2$	0,998	0,9989
KOH 0,5 % 60 °C	$w = 0,8986 - 0,0665t - 0,0003t^2$	0,9915	0,9957
KOH 1 % 60 °C	$w = 0,8926 - 0,0683t - 0,0007t^2$	0,9962	0,9981
KOH 1,5 % 60 °C	$w = 0,8706 - 0,0546t - 0,0012t^2$	0,9976	0,9988
dH ₂ O 22 °C	$w = 0,8339 - 0,0157t - 0,0001t^2$	0,9995	0,9997
dH ₂ O 60 °C	$w = 0,8443 - 0,0181t - 0,0003t^2$	0,9975	0,9987

Provedenim derivacijama kod sorte 'Bistrica' dobivene su jednadžbe pravca na temelju kojih su uspoređeni nagibi dobivenih krivulja (tablica 18). Vidljivo je da se koeficijenti nagiba iz dobivenih jednadžbi značajno razlikuju. Najveći koeficijent nagiba kod uzoraka koji su tretirani abrazijom utvrđen je kod abrazije 15 minuta (0,0042) nakon čega slijede uzorci tretirani abrazijom 5 i 10 minuta. Kod uzorka tretiranih KOH raznih koncentracija (0,5, 1 i 1,5 %) pri temperaturi 22 °C najveći koeficijent nagiba utvrđen je kod tretmana KOH 1,5 % 22 °C (0,0006) zatim ju slijede tretmani KOH 0,5 i 1 % pri 22 °C. Kod uzorka tretiranih KOH raznih koncentracija (0,5, 1 i 1,5 %) i temperature 60 °C najveći koeficijent nagiba utvrđen je kod tretmana KOH 1,5 % 60 °C (0,0024) zatim slijede tretmani KOH 0,5 i 1 % pri 60 °C, Kod tretmana destiliranom vodom veći koeficijent utvrđen je kod uzorka tretiranog pri višoj temperaturi (0,0006). Kontrolni uzorak imao je najmanji koeficijent nagiba pravca što sugerira da je i brzina otpuštanja vode najmanja.

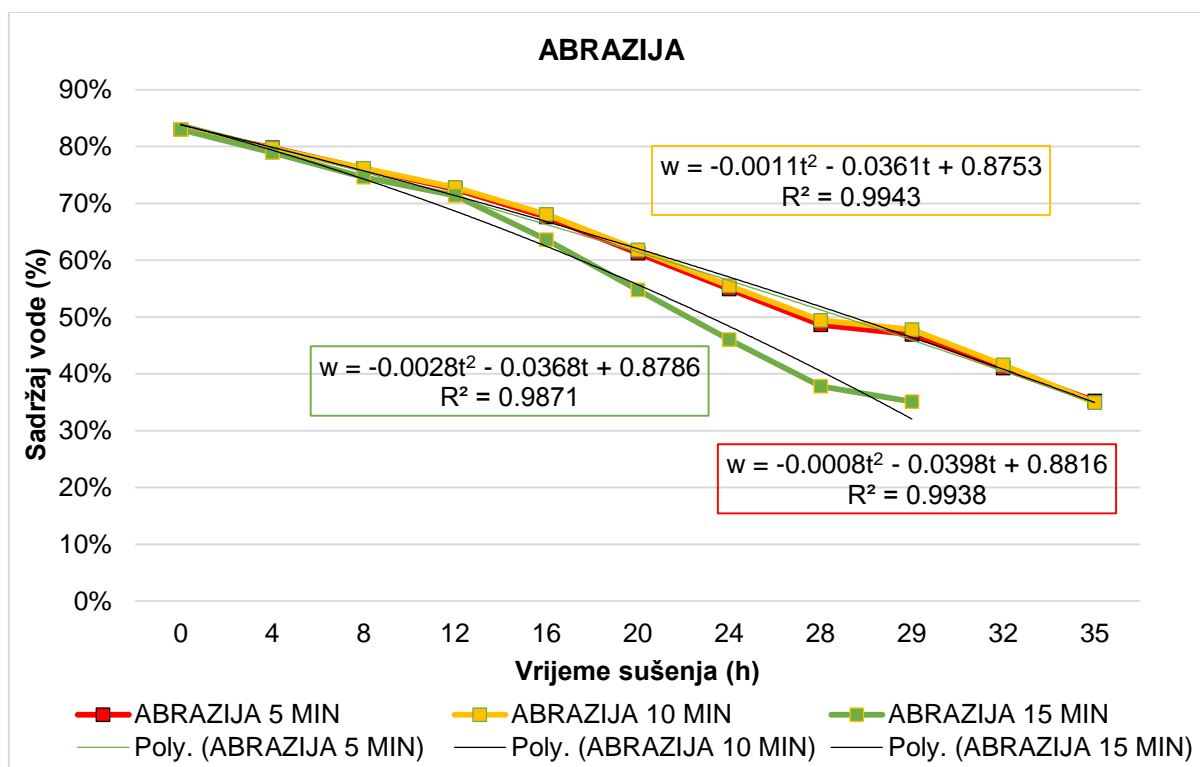
Tablica 18. Derivacije polinomnih jednadžbi II. stupnja krivulja sušenja uzoraka plodova šljive sorte 'Bistrica'

Uzorak	Derivacije polinomnih jednadžbi II. stupnja
Kontrola	$dw/dt = -0,0134 - 0,0004t$
Abrazija, 5 min	$dw/dt = -0,0271 - 0,0020t$
Abrazija, 10 min	$dw/dt = -0,0419 - 0,0010t$
Abrazija, 15 min	$dw/dt = -0,0389 - 0,0042t$
KOH 0,5 % 22 °C	$dw/dt = -0,1913 - 0,0002t$
KOH 1 % 22 °C	$dw/dt = -0,0169 - 0,0004t$
KOH 1,5 % 22 °C	$dw/dt = -0,0147 - 0,0006t$
KOH 0,5 % 60 °C	$dw/dt = -0,0665 - 0,0006t$
KOH 1 % 60 °C	$dw/dt = -0,0683 - 0,0014t$
KOH 1,5 % 60 °C	$dw/dt = -0,0546 - 0,0024t$
dH ₂ O 22 °C	$dw/dt = -0,0157 - 0,0002t$
dH ₂ O 60 °C	$dw/dt = -0,0181 - 0,0006t$

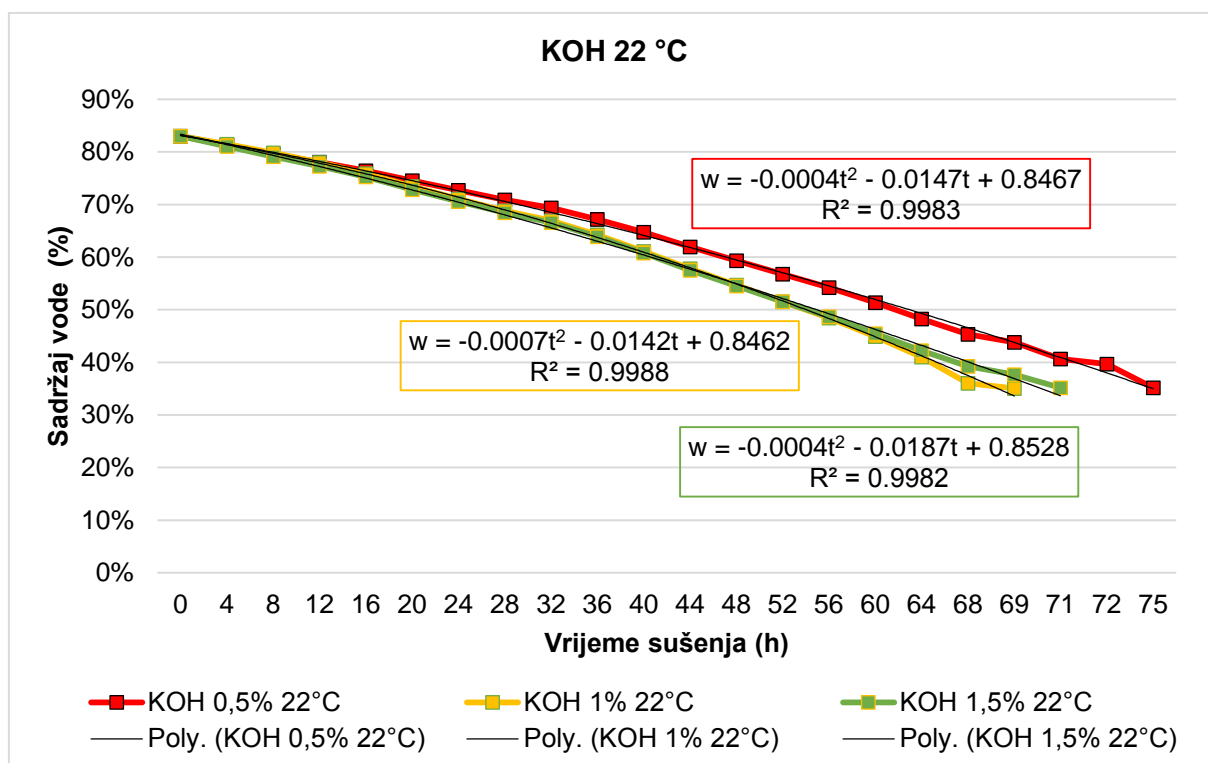
Grafikoni 10 - 14 prikazuju gubitak sadržaja vode (%) tijekom sušenja plodova šljive sorte 'President'. Vrijeme sušenja kontrolnog uzorka, odnosno svježeg ploda koji nije tretiran trajao je 84 sata. Kod uzoraka koji su tretirani abrazijom vrijeme sušenja trajalo je od 29 sati za uzorak tretiran abrazijom 15 minuta do 35 sati za uzorke koji su tretirani abrazijom 5 i 10 minuta. Uzorcima tretiranim s KOH pri temperaturi otopine od 22 °C potrebno vrijeme sušenja iznosilo je od 75 sati za uzorak tretiran koncentracijom od 0,5 %, dok je kod uzorka tretiranih većom koncentracijom 1 i 1,5 % vrijeme sušenja iznosilo 69 odnosno 71 sat. Kod uzorka tretiranih KOH višom temperaturom otopine (60 °C) vrijeme sušenja trajalo je 27 sati za uzorke tretirane koncentracijama 1 i 1,5 %, dok je pri nižoj koncentraciji 0,5 % vrijeme sušenja iznosilo 35 sati. Kod uzoraka tretiranih destiliranom vodom pri različitim temperaturama (22 i 60 °C) uočena su velika odstupanja u vremenu sušenja te ona iznose 84 odnosno 68 sati. U Tablici 19. prikazane su polinomne jednadžbe II. stupnja izvedenih krivulja sušenja



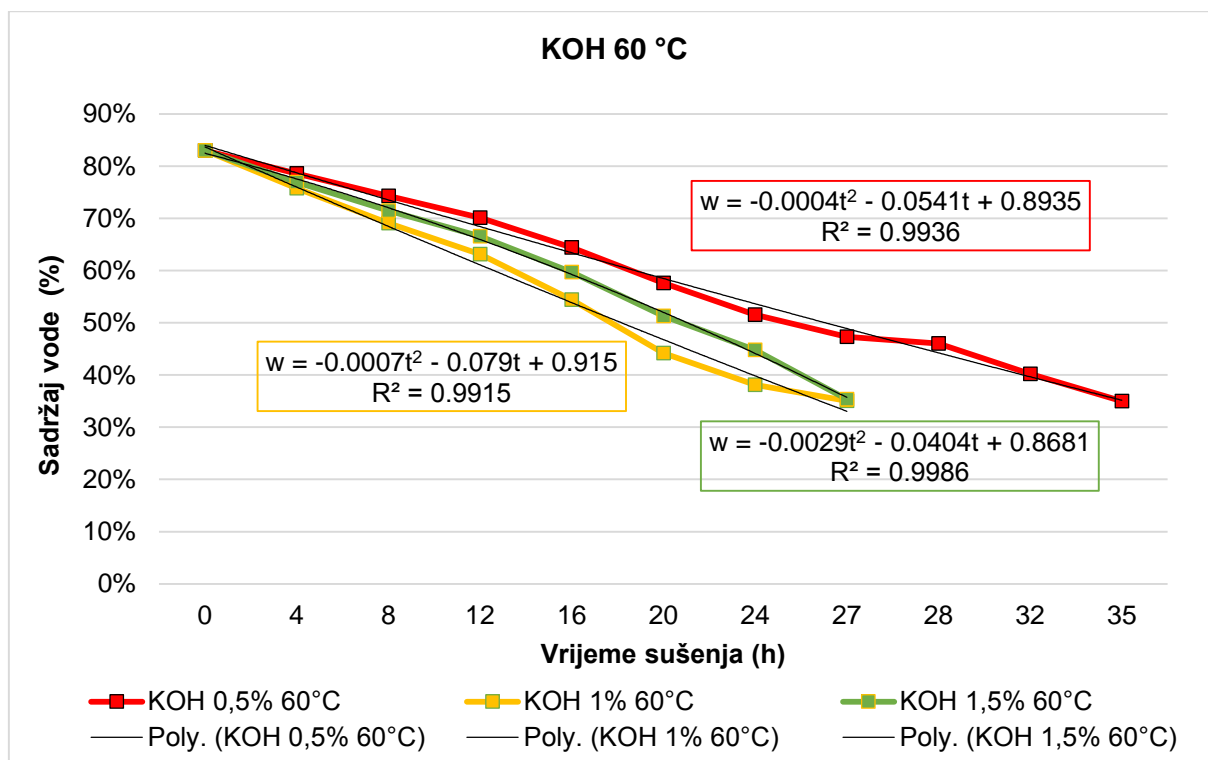
Grafikon 10. Gubitak sadržaja vode (%) tijekom sušenja netretiranih plodova šljive sorte 'President'



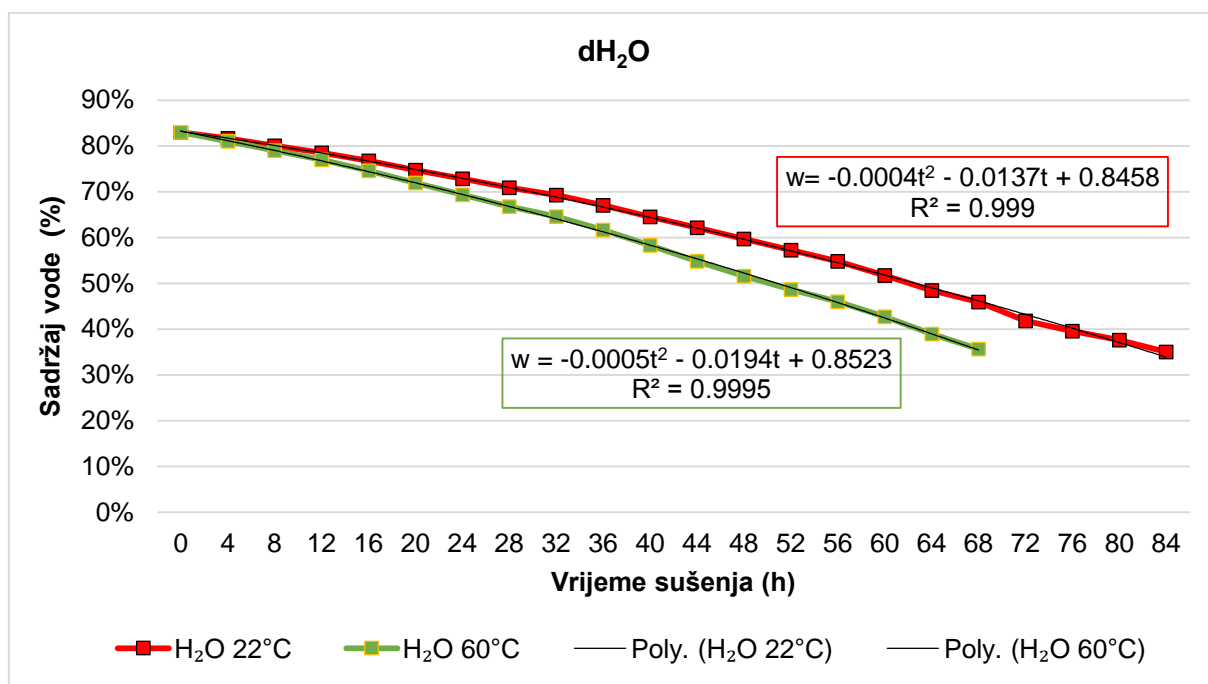
Grafikon 11. Gubitak sadržaja vode (%) tijekom sušenja plodova šljive sorte 'President' tretiranih abrazijom tijekom 5, 10 i 15 minuta



Grafikon 12. Gubitak sadržaja vode (%) tijekom sušenja plodova šljive sorte 'President' tretiranih različitim koncentracijama KOH (0,5, 1 i 1,5 %) pri 22 °C



Grafikon 13. Gubitak sadržaja vode (%) tijekom sušenja plodova šljive sorte 'President' tretiranih različitim koncentracijama KOH (0,5, 1 i 1,5 %) pri 60 °C



Grafikon 14. Gubitak sadržaja vode (%) tijekom sušenja plodova šljive sorte 'President' tretiranih destiliranom vodom pri 22 i 60 °C

Tablica 19. Polinomne jednadžbe II. stupnja krivulja sušenja uzoraka plodova šljive sorte 'President'

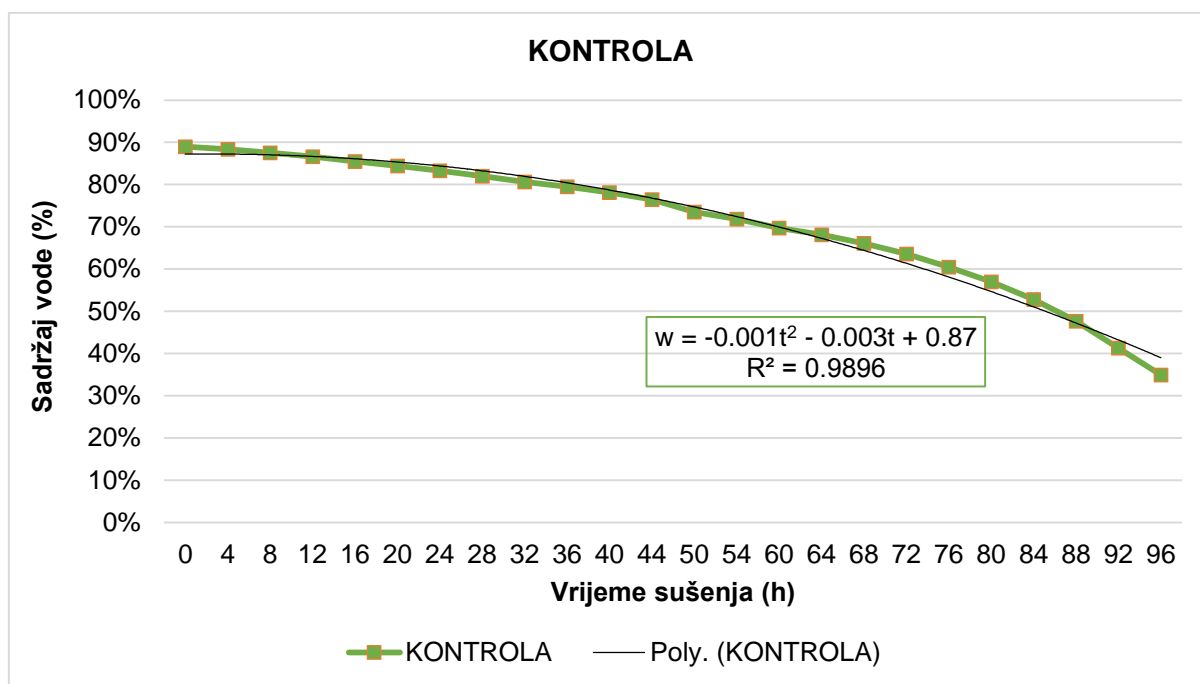
Tretman	Polinomne jednadžbe II. stupnja – krivulje sušenja	R ²	R
Kontrola	$w = 0,8469 - 0,0127t - 0,0005t^2$	0,999	0,9995
Abrazija, 5 min	$w = 0,8816 - 0,0398t - 0,0008t^2$	0,9938	0,9969
Abrazija, 10 min	$w = 0,8753 - 0,0361t - 0,0011t^2$	0,9943	0,9971
Abrazija, 15 min	$w = 0,8786 - 0,0368t - 0,0028t^2$	0,9871	0,9936
KOH 0,5 % 22 °C	$w = 0,8467 - 0,0147t - 0,0004t^2$	0,9983	0,9991
KOH 1 % 22 °C	$w = 0,8462 - 0,0142t - 0,0007t^2$	0,9988	0,9994
KOH 1,5 % 22 °C	$w = 0,8528 - 0,0187t - 0,0004t^2$	0,9982	0,9991
KOH 0,5 % 60 °C	$w = 0,8935 - 0,0541t - 0,0004t^2$	0,9936	0,9968
KOH 1 % 60 °C	$w = 0,9150 - 0,0791t - 0,0007t^2$	0,9915	0,9957
KOH 1,5 % 60 °C	$w = 0,8681 - 0,0404t - 0,0029t^2$	0,9986	0,9993
dH ₂ O 22 °C	$w = 0,8458 - 0,0137t - 0,0004t^2$	0,999	0,9995
dH ₂ O 60 °C	$w = 0,8523 - 0,0194t - 0,0005t^2$	0,9995	0,9997

Provedenim derivacijama kod sorte 'President' dobivene su jednadžbe pravca na temelju kojih su uspoređeni nagibi pravca dobivenih krivulja (tablica 20). Vidljivo je da se koeficijent nagiba iz dobivenih jednadžbi značajno razlikuju. Najveći koeficijent nagiba pravca kod uzoraka koji su tretirani abrazijom utvrđen je kod abrazije 15 minuta (0,0056) nakon čega slijede uzorci tretirani abrazijom 10 i 5 minuta. Kod uzorka tretiranih KOH raznih koncentracija (0,5, 1 i 1,5 %) pri temperaturi 22 °C najveći koeficijent nagiba pravca utvrđen je kod tretmana KOH 1 % 22 °C (0,0014) zatim ju slijede tretmani KOH 0,5 i 1,5 % pri 22 °C koji imaju identičan nagib. Kod uzorka tretiranih KOH raznih koncentracija (0,5, 1 i 1,5 %) i temperature 60 °C najveći koeficijent nagiba pravca utvrđen je kod tretmana KOH 1,5 % 60 °C (0,0058) zatim slijede tretmani KOH 0,5 i 1 % pri 60 °C, Kod tretmana destiliranom vodom veći koeficijent utvrđen je kod uzorka tretiranog pri višoj temperaturi, odnosno pri 60 °C (0,0010). Kontrolni uzorak imao je koeficijent nagiba (0,0008).

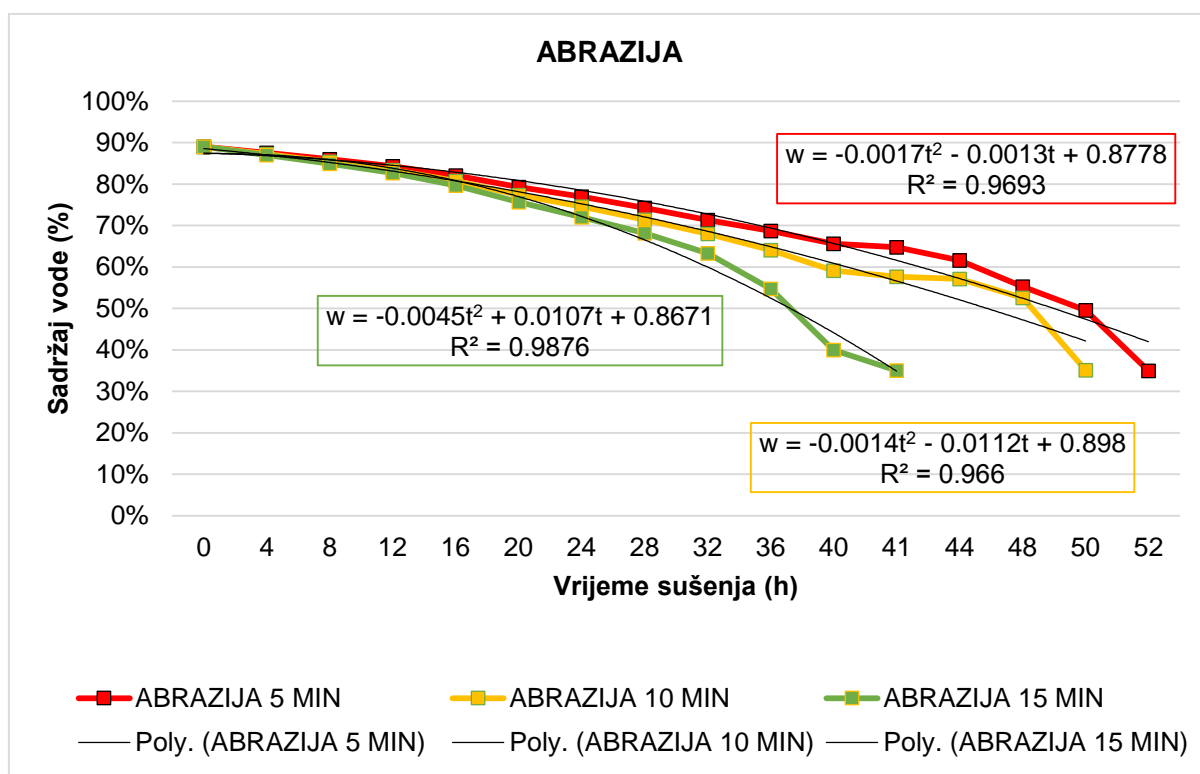
Tablica 20. Derivacije polinomnih jednadžbi II. stupnja krivulja sušenja uzoraka plodova šljive sorte 'President'

Uzorak	Derivacije polinomnih jednadžbi II. stupnja
Kontrola	$dw/dt = -0,0127 - 0,0008t$
Abrazija, 5 min	$dw/dt = -0,0398 - 0,0016t$
Abrazija, 10 min	$dw/dt = -0,0361 - 0,0022t$
Abrazija, 15 min	$dw/dt = -0,0368 - 0,0056t$
KOH 0,5 % 22 °C	$dw/dt = -0,0147 - 0,0008t$
KOH 1 % 22 °C	$dw/dt = -0,0142 - 0,0014t$
KOH 1,5 % 22 °C	$dw/dt = -0,0187 - 0,0008t$
KOH 0,5 % 60 °C	$dw/dt = -0,0541 - 0,0008t$
KOH 1 % 60 °C	$dw/dt = -0,0790 - 0,0014t$
KOH 1,5 % 60 °C	$dw/dt = -0,0404 - 0,0058t$
dH ₂ O 22 °C	$dw/dt = -0,0137 - 0,0008t$
dH ₂ O 60 °C	$dw/dt = -0,0194 - 0,0010t$

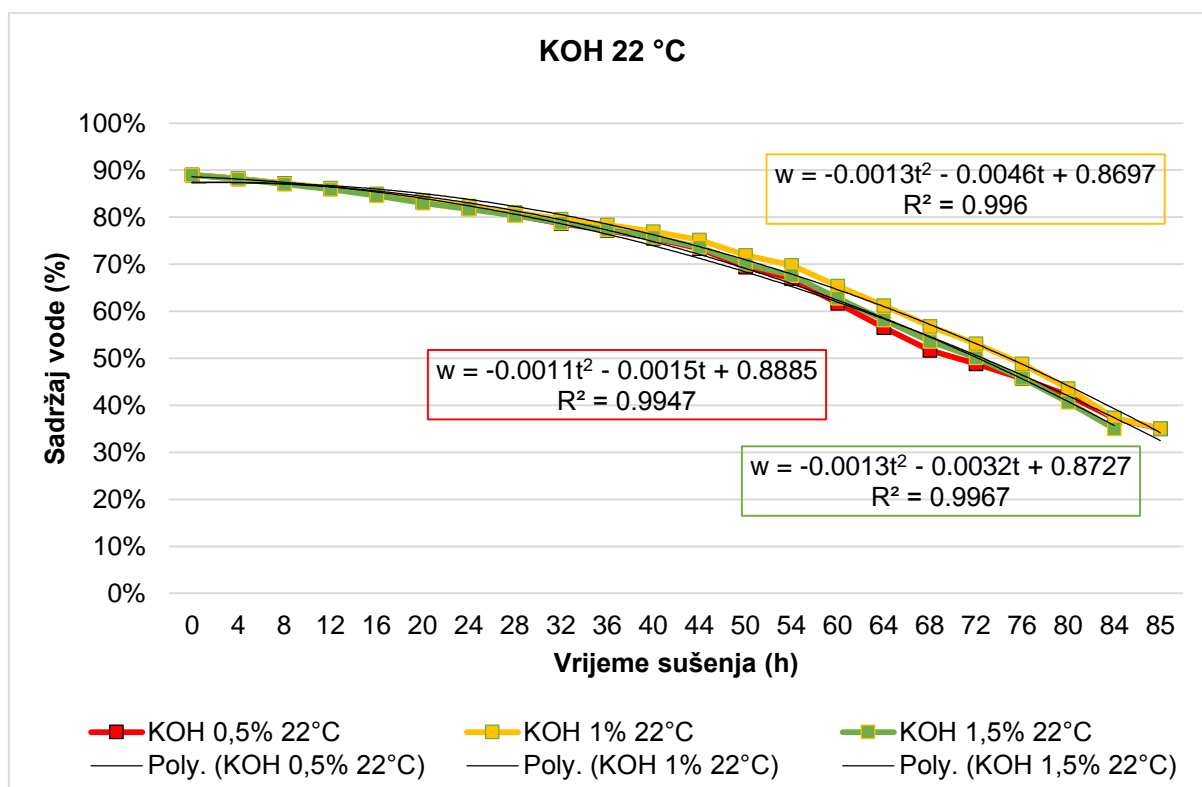
Iz prikazanih grafikona 15 - 19 vidljiv je gubitak sadržaja vode (%) tijekom sušenja plodova šljive sorte 'Topend plus'. Vrijeme sušenja kontrolnog uzorka navedene sorte svježeg ploda šljive koji nije tretiran trajao je 96 sati. Kod uzoraka koji su abrazivno tretirani vrijeme sušenja trajalo je od 41 sat za uzorak tretiran abrazijom 15 minuta do 52 sata kod uzorka tretiranog abrazijom 5 minuta. Uzorcima tretiranim s KOH pri temperaturi otopine od 22 °C potrebno vrijeme sušenja iznosilo je 84 sata za uzorak tretiran koncentracijom od 1,5 %, dok je kod uzorka tretiranih nižom koncentracijom 0,5 i 1 % vrijeme sušenja iznosilo 85 sati. Kod uzorka tretiranih KOH višom temperaturom otopine (60 °C) vrijeme sušenja iznosilo je 52 sata za uzorak tretiran koncentracijom od 0,5 %, dok je kod uzorka tretiranih većom koncentracijom 1 i 1,5 % vrijeme sušenja iznosilo 47 odnosno 42 sata. Kod uzoraka tretiranih destiliranom vodom pri različitim temperaturama (22 i 60 °C) uočena su velika odstupanja u vremenu sušenja te ona iznose 95 odnosno 84 sata. U tablici 21. prikazane su polinomne jednadžbe II. stupnja izvedenih krivulja sušenja.



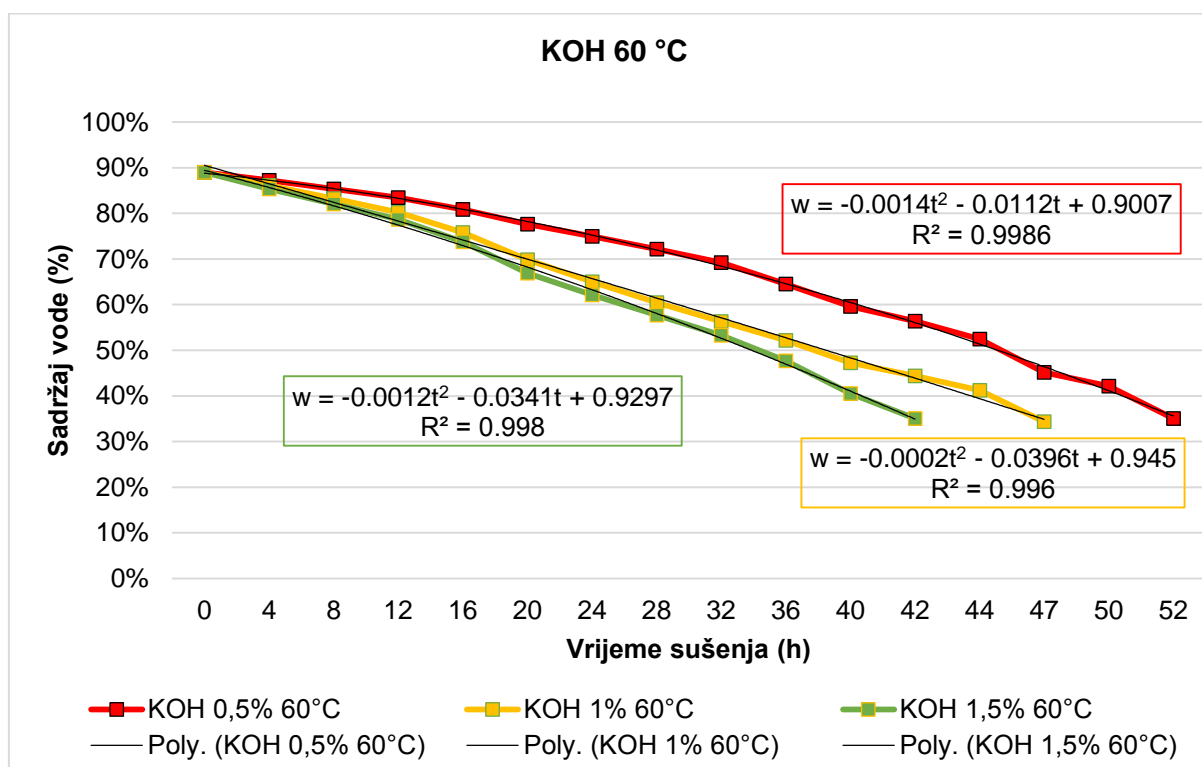
Grafikon 15. Gubitak sadržaja vode (%) tijekom sušenja netretiranih plodova šljive sorte 'Topend plus'



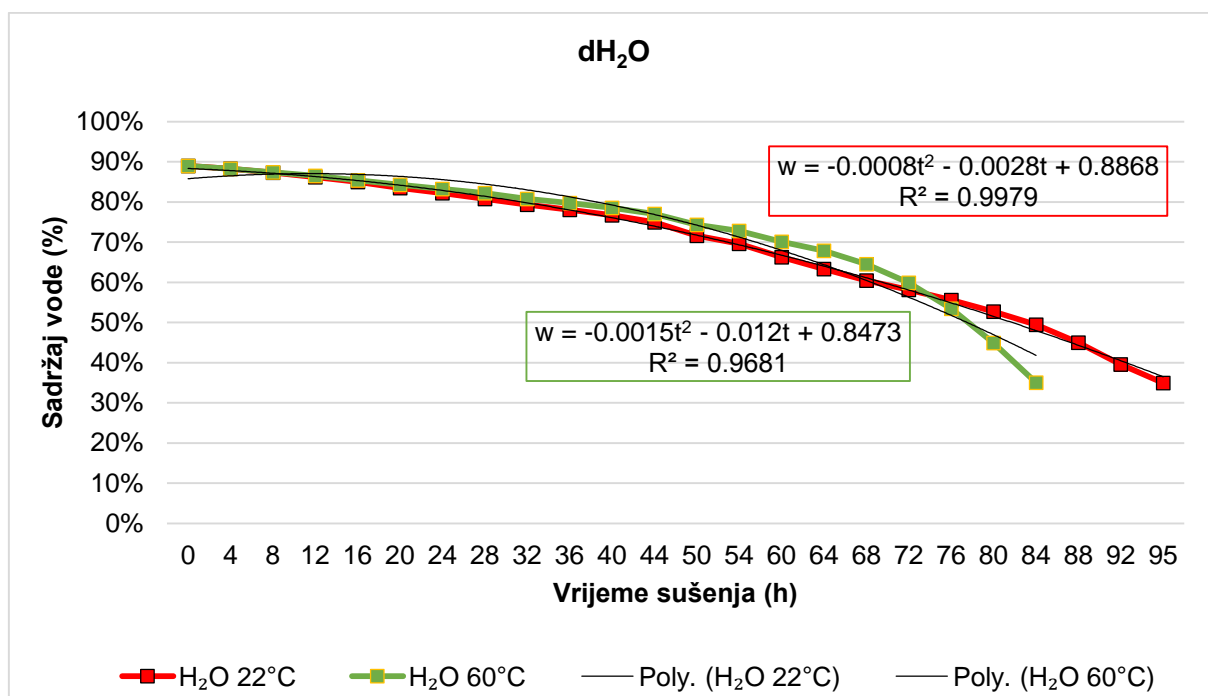
Grafikon 16. Gubitak sadržaja vode (%) tijekom sušenja plodova šljive sorte 'Topend plus' tretiranih abrazijom tijekom 5, 10 i 15 minuta



Grafikon 17. Gubitak sadržaja vode (%) tijekom sušenja plodova šljive sorte 'Topend plus' tretiranih različitim koncentracijama KOH (0,5, 1 i 1,5 %) pri 22 °C



Grafikon 18. Gubitak sadržaja vode (%) tijekom sušenja plodova šljive sorte 'Topend plus' tretiranih različitim koncentracijama KOH (0,5, 1 i 1,5 %) pri 60 °C



Grafikon 19. Gubitak sadržaja vode (%) tijekom sušenja plodova šljive sorte 'Topend plus' tretiranih destiliranom vodom pri 22 i 60 °C

Tablica 21. Polinomne jednadžbe II. stupnja krivulja sušenja uzoraka plodova šljive sorte 'Topend plus'

Tretman	Polinomne jednadžbe II. stupnja – krivulje sušenja	R ²	R
Kontrola	$w = 0,87 - 0,003t - 0,001t^2$	0,9896	0,9948
Abracija, 5 min	$w = 0,8778 - 0,0013t - 0,0017t^2$	0,9693	0,9845
Abracija, 10 min	$w = 0,898 - 0,0112t - 0,0014t^2$	0,966	0,9829
Abracija, 15 min	$w = 0,8671 - 0,0107t - 0,0045t^2$	0,9876	0,9937
KOH 0,5 % 22 °C	$w = 0,8885 - 0,0015t - 0,0011t^2$	0,9947	0,9973
KOH 1 % 22 °C	$w = 0,8697 - 0,0046t - 0,0013t^2$	0,996	0,9980
KOH 1,5 % 22 °C	$w = 0,8727 - 0,0032t - 0,0013t^2$	0,9967	0,9983
KOH 0,5 % 60 °C	$w = 0,9007 - 0,0112t - 0,0014t^2$	0,9986	0,9993
KOH 1 % 60 °C	$w = 0,945 - 0,0396t - 0,0002t^2$	0,996	0,9980
KOH 1,5 % 60 °C	$w = 0,9297 - 0,0341t - 0,0012t^2$	0,998	0,9989
dH ₂ O 22 °C	$w = 0,8868 - 0,0028t - 0,0008t^2$	0,9979	0,9989
dH ₂ O 60 °C	$w = 0,8473 - 0,012t - 0,0015t^2$	0,9681	0,9839

Provedenim derivacijama kod sorte 'Topend plus' dobivene su jednadžbe pravca na temelju kojih su uspoređeni nagibi dobivenih krivulja (tablica 22). Koeficijent nagiba iz dobivenih jednadžbi značajno se razlikuju. Najveći koeficijent nagiba kod uzoraka koji su tretirani abrazijom utvrđen je kod abrazije 15 minuta (0,0090) nakon čega slijede uzorci tretirani abrazijom 10 i 5 minuta. Kod uzorka tretiranih KOH raznih koncentracija (0,5, 1 i 1,5 %) pri temperaturi otopine 22 °C najveći koeficijent nagiba utvrđen je kod tretmana KOH 1 i 1,5 % 22 °C (0,0026). Kod uzorka tretiranih KOH raznih koncentracija (0,5, 1 i 1,5 %) i temperature 60 °C najveći koeficijent nagiba utvrđen je kod tretmana KOH 0,5 % 60 °C (0,0028) zatim slijede tretmani KOH 1 i 1,5 % pri 60 °C. Kod tretmana destiliranom vodom veći koeficijent utvrđen je kod uzorka tretiranog pri višoj temperaturi (0,0030). Kontrolni uzorak imao je najmanji koeficijent nagiba (0,0002).

Tablica 22. Derivacije polinomnih jednadžbi II. stupnja krivulja sušenja uzoraka plodova šljive sorte 'Topend plus'

Uzorak	Derivacije polinomnih jednadžbi II. stupnja
Kontrola	$dw/dt = -0,003 - 0,0002t$
Abracija, 5 min	$dw/dt = -0,0013 - 0,0034t$
Abracija, 10 min	$dw/dt = -0,0112 - 0,0028t$
Abracija, 15 min	$dw/dt = -0,0107 - 0,0090t$
KOH 0,5 % 22 °C	$dw/dt = -0,0015 - 0,0022t$
KOH 1 % 22 °C	$dw/dt = 0,0046 - 0,0026t$
KOH 1,5 % 22 °C	$dw/dt = 0,0032 - 0,0026t$
KOH 0,5 % 60 °C	$dw/dt = -0,0112 - 0,0028t$
KOH 1 % 60 °C	$dw/dt = -0,0396 - 0,0004t$
KOH 1,5 % 60 °C	$dw/dt = -0,0341 - 0,0024t$
dH ₂ O 22 °C	$dw/dt = -0,0028 - 0,0016t$
dH ₂ O 60 °C	$dw/dt = -0,012 - 0,0030t$

4.5.2. Fizikalna svojstva i boja osušenih plodova sorti 'Bistrica', 'President' i 'Topend plus'

4.5.2.1. Fizikalna svojstva osušenog ploda šljive

Nakon završetka procesa sušenja izmjerene su masa (g), visina (mm), širina (mm) i debljina (mm) osušenog ploda za sortu 'Bistrica' (tablica 23), 'President' (tablica 24) i 'Topend plus' (tablica 25). Temeljem analize varijance utvrđene su značajne razlike svih istraživanih fizikalnih svojstava (mase, visine, širine i debljine) osušenog ploda između istraživanih sorti. Također, značajne statističke razlike navedenih fizikalnih svojstava utvrđene su i kod različitih predtretmana kod svake pojedine sorte.

Analizom varijance fizikalnih svojstava osušenog ploda sorte 'Bistrica' utvrđena je najveća masa osušenog ploda (10,93 g) kod uzorka tretiranog predtretmanom abrazije 5 minuta, a najmanja (10,38 g) kod predtretmana s KOH koncentracije 1,5 % pri temperaturi otopine 22 °C. Kod uzorka tretiranih predtretmanom abrazije 5 minuta utvrđene su najveće vrijednosti visine, širine i debljine osušenog ploda. Najniže vrijednosti visine osušenog ploda (36,24 mm) utvrđene kod uzoraka koji su tretirani predtretmanom abrazije 15 minuta, zatim širine osušenog ploda (24,09 mm) kod uzorka tretiranog destiliranom vodom pri 60 °C, te debljine osušenog ploda (19,51 mm) tretiranog destiliranom vodom pri 22 °C.

Tablica 23. Analiza varijance (ANOVA) fizikalnih svojstava osušenog ploda sorte 'Bistrica'

Tretman	Masa (g)	Visina (mm)	Širina (mm)	Debljina (mm)
Kontrola	10,69f ± 0,10	35,88h ± 0,11	24,43f ± 0,14	19,66g ± 0,12
Abracija 5 min	10,93a ± 0,06	36,24a ± 0,08	24,63a ± 0,09	19,83a ± 0,10
Abracija 10 min	10,68g ± 0,08	35,93e ± 0,06	24,59b ± 0,07	19,71d ± 0,09
Abracija 15 min	10,49i ± 0,05	35,18l ± 0,04	24,52e ± 0,07	19,63h ± 0,06
KOH 0,5 %, 22 °C	10,76d ± 0,09	35,99d ± 0,12	24,63a ± 0,13	19,76c ± 0,09
KOH 1 %, 22 °C	10,58h ± 0,09	35,80i ± 0,06	24,57c ± 0,09	19,68f ± 0,10
KOH 1,5 %, 22 °C	10,38l ± 0,07	35,72k ± 0,05	24,39h ± 0,08	19,56j ± 0,08
KOH 0,5 %, 60 °C	10,82c ± 0,09	36,14b ± 0,05	24,55d ± 0,09	19,81b ± 0,07
KOH 1 %, 60 °C	10,45j ± 0,07	35,92f ± 0,09	24,41g ± 0,11	19,69e ± 0,08
KOH 1,5 %, 60 °C	10,39k ± 0,07	35,76j ± 0,06	24,32i ± 0,10	19,61i ± 0,08
dH ₂ O 22 °C	10,83b ± 0,12	35,91g ± 0,15	24,12j ± 0,08	19,51k ± 0,14
dH ₂ O 60 °C	10,71e ± 0,10	36,06c ± 0,09	24,09k ± 0,09	19,51k ± 0,11
Pr>F	***	***	***	***

Vrijednosti označene različitim slovom značajno se razlikuju prema (Fisher LSD) testu. ***- kada je $Pr \leq 0,001$.

Analizom varijance fizikalnih svojstava osušenog ploda sorte 'President' utvrđena je najveća masa osušenog ploda (14,37 g) kod uzorka tretiranog predtretmanom KOH 0,5 % pri temperaturi otopine 22 °C, a najmanja (13,84 g) kod predtretmana s destiliranom vodom pri 60 °C. Najveće vrijednosti svojstva za visinu osušenog ploda (42,38 mm) utvrđene su kod uzorka tretiranog predtretmanom KOH 0,5 % pri temperaturi otopine 22 °C, za širinu osušenog ploda (30,12 mm) kod uzorka tretiranog abrazijom 5 minuta, a za debljinu osušenog ploda (25,66 mm) kod uzorka tretiranog predtretmanom KOH 0,5 % pri temperaturi otopine 22 °C. Najmanje vrijednosti spomenutih svojstava izmjerene su kod uzoraka tretiranih destiliranom vodom pri 60 °C.

Tablica 24. Analiza varijance (ANOVA) fizikalnih svojstava osušenog ploda sorte 'President'

Tretman	Masa (g)	Visina (mm)	Širina (mm)	Debljina (mm)
Kontrola	14,08g ± 0,16	42,10g ± 0,08	29,82f ± 0,11	24,46f ± 0,5
Abracija 5 min	14,31b ± 0,10	42,24b ± 0,09	30,12a ± 0,07	25,62c ± 0,07
Abracija 10 min	14,12e ± 0,09	42,18e ± 0,10	29,91c ± 0,08	25,54d ± 0,09
Abracija 15 min	14,01i ± 0,08	42,02h ± 0,05	29,82f ± 0,07	25,43g ± 0,05
KOH 0,5 %, 22 °C	14,37a ± 0,12	42,38a ± 0,10	29,85d ± 0,09	25,63b ± 0,09
KOH 1 %, 22 °C	14,21c ± 0,09	42,22c ± 0,09	29,77h ± 0,10	25,54d ± 0,07
KOH 1,5 %, 22 °C	14,07h ± 0,08	42,12f ± 0,05	29,68j ± 0,07	25,42h ± 0,05
KOH 0,5 %, 60 °C	14,18d ± 0,10	42,19d ± 0,08	29,92b ± 0,09	25,66a ± 0,08
KOH 1 %, 60 °C	14,09f ± 0,06	42,00i ± 0,07	29,84e ± 0,07	25,48e ± 0,09
KOH 1,5 %, 60 °C	13,87j ± 0,04	41,98j ± 0,05	29,78g ± 0,07	25,32j ± 0,04
dH ₂ O 22 °C	13,87j ± 0,13	41,84l ± 0,10	29,76i ± 0,08	25,37i ± 0,11
dH ₂ O 60 °C	13,84k ± 0,09	41,94k ± 0,11	29,63k ± 0,09	25,14k ± 0,12
Pr>F	***	***	***	***

Vrijednosti označene različitim slovom značajno se razlikuju prema (Fisher LSD) testu. ***- kada je $Pr \leq 0,001$.

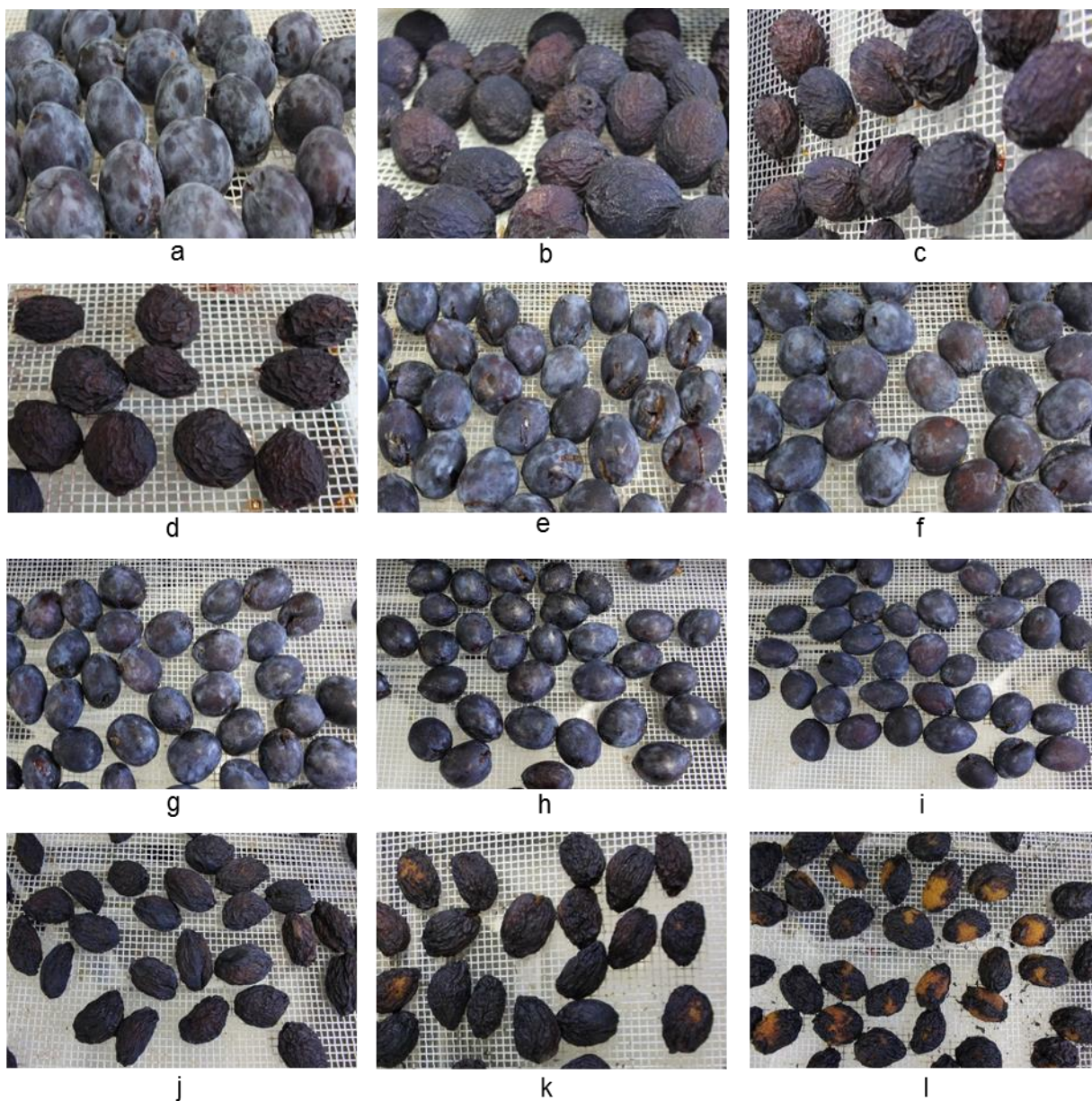
Analizom varijance fizikalnih svojstava osušenog ploda sorte 'Topend plus' utvrđena je najveća masa osušenog ploda (11,42 g) kod uzorka tretiranog predtretmanom abracijom 5 minuta, a najmanja (10,32 g) kod predtretmana s destiliranom vodom pri 22 °C. Najveće vrijednosti visine i debljine osušenog ploda (37,25 mm odnosno 21,62 mm) utvrđene su kod uzorka tretiranog predtretmanom abracijom 5 minuta, te za širinu osušenog ploda (25,62 mm) kod uzorka tretiranog KOH 0,5 % pri temperaturi otopine 22 °C. Najmanje vrijednosti visine i debljine osušenog ploda (36,42 mm odnosno 21,02 mm) utvrđene su kod uzoraka tretiranih destiliranom vodom pri 22 °C, te za širinu osušenog ploda (25,09 mm) kod uzoraka tretiranog destiliranom vodom pri 60 °C.

Tablica 25. Analiza varijance (ANOVA) fizikalnih svojstava osušenog ploda sorte 'Topend plus'

Tretman	Masa (g)	Visina (mm)	Širina (mm)	Debljina (mm)
Kontrola	11,06f ± 0,12	36,87e ± 0,10	25,35e ± 0,09	21,29f ± 0,09
Abracija 5 min	11,42a ± 0,11	37,25a ± 0,10	25,52b ± 0,09	21,62a ± 0,07
Abracija 10 min	11,28c ± 0,09	36,93d ± 0,07	25,31g ± 0,09	21,48c ± 0,05
Abracija 15 min	11,14e ± 0,07	36,81h ± 0,07	25,20h ± 0,08	21,21h ± 0,10
KOH 0,5 %, 22 °C	11,28c ± 0,14	37,11c ± 0,10	25,62a ± 0,08	21,42d ± 0,10
KOH 1 %, 22 °C	11,18d ± 0,12	36,82g ± 0,09	25,51c ± 0,10	21,29f ± 0,09
KOH 1,5 %, 22 °C	11,01g ± 0,07	36,73j ± 0,09	25,32f ± 0,05	21,17i ± 0,07
KOH 0,5 %, 60 °C	11,34b ± 0,06	37,24b ± 0,07	25,52b ± 0,06	21,55b ± 0,09
KOH 1 %, 60 °C	11,28c ± 0,09	36,85f ± 0,07	25,43d ± 0,09	21,37e ± 0,09
KOH 1,5 %, 60 °C	11,00h ± 0,08	36,79i ± 0,06	25,32f ± 0,08	21,24g ± 0,07
dH ₂ O 22 °C	10,32j ± 0,13	36,42l ± 0,11	25,12i ± 0,09	21,02j ± 0,11
dH ₂ O 60 °C	10,47i ± 0,11	36,72k ± 0,09	25,09j ± 0,10	20,87k ± 0,09
Pr>F	***	***	***	***

Vrijednosti označene različitim slovom značajno se razlikuju prema (Fisher LSD) testu. ***- kada je $Pr \leq 0,001$.

Na slici 23 prikazan je vanjski izgled plodova svakog pojedinog uzorka nakon 20 h sušenja pri temperaturi od 42 °C i brzini strujanja zraka 2,0 m s⁻¹. Iz priloženih fotografija vidljivo je da su se plodovi tretirani s KOH svih korištenih koncentracija (0,5, 1 i 1,5 %) pri 60 °C i abrazijom tijekom 5, 10 i 15 minuta najviše smežurali. Plodovi na kojima je izraženije oštećenje kože i voštane prevlake, odnosno kod kojih je primjetnije smežuranje plodova imali su intenzivniji gubitak vode u odnosu na one plodove koji su tretirani drugim korištenim predtretmanima, a kod kojih voštana prevlaka nije dovoljno razgrađena.



Slika 23. Izgled plodova nakon 20 h sušenja: a) kontrolni uzorak, b) abrazija 5 minuta, c) abrazija 10 minuta, d) abrazija 15 minuta, e) uronjeni u destiliranu vodu pri 22 °C, f) uronjeni u otopinu KOH koncentracije 0,5 % pri 22 °C, g) uronjeni u otopinu KOH koncentracije 1 % pri 22 °C, h) uronjeni u otopinu KOH koncentracije 1,5 % pri 22 °C, i) uronjeni u destiliranu vodu pri 60 °C, j) uronjeni u otopinu KOH koncentracije 0,5 % pri 60 °C, k) uronjeni u otopinu KOH koncentracije 1 % pri 60 °C i l) uronjeni u otopinu KOH koncentracije 1,5 % pri 60 °C

Na slici 24 prikazan je izgled osušenih plodova nakon završetka sušenja, tj. kada su svi predtretirani plodovi dostigli ciljani sadržaj vode u plodu od 35 %.



Slika 24. Izgled osušenih plodova nakon završetka sušenja: a) kontrolni uzorak, b) abrazija 5 minuta, c) abrazija 10 minuta, d) abrazija 15 minuta, e) uronjeni u destiliranu vodu pri 22 °C, f) uronjeni u otopinu KOH koncentracije 0,5 % pri 22 °C, g) uronjeni u otopinu KOH koncentracije 1 % pri 22 °C, h) uronjeni u otopinu KOH koncentracije 1,5 % pri 22 °C, i) uronjeni u destiliranu vodu pri 60 °C, j) uronjeni u otopinu KOH koncentracije 0,5 % pri 60 °C, k) uronjeni u otopinu KOH koncentracije 1 % pri 60 °C i l) uronjeni u otopinu KOH koncentracije 1,5 % pri 60 °C

Nakon završenog procesa sušenja, osušeni plodovi klasirani su po UNECE standard DDP-07 (2003). Ovisno o sorti, klasa je predstavljena brojem plodova u pola kilograma. U ovom istraživanju osušeni plodovi klasirani su na prvu i drugu klasu (tablica 26). U prvu klasu oznake „gigantske“ s 35 plodova u 0,5 kg pripada sorta 'President', zatim ju slijedi druga klasa „vrlo velike“ u koju su klasirani plodovi sorte 'Topend plus' sa 45 i 'Bistrica' sa 47 plodova u 0,5 kg.

Tablica 26. Klasirani plodovi sorti 'Bistrica', 'President' i 'Topend plus' nakon sušenja

sorta	klasa	oznaka	broj plodova u 0,5 kg
'Bistrica'	II	vrlo velike	47
'President'	I	gigantske	35
'Topend plus'	II	vrlo velike	45

4.5.2.2. Boja osušenih plodova

U tablicama 27-29 prikazane su kromatske vrijednosti (L^* , a^* , b^* , *Chroma* i *Hue*) za osušene plodove tretirane različitim predtretmanima kod istraživanih sorti šljive. Kod svih istraživanih sorti utvrđene su visoko signifikantne statističke razlike ($p \leq 0,001$) za promatrane kromatske vrijednosti između pojedinih predtretmana.

Kod sorte 'Bistrica' kontrolni uzorak imao je najveću (45,48) L^* vrijednost koja se značajno razlikuje u usporedbi sa svim tretiranim uzorcima. Najmanje L^* vrijednosti uočavaju se kod predtretmana abrazijom 5, 10 i 15 minuta te kod uzoraka tretiranih KOH temperature 60 °C svih korištenih koncentracija. Izdvojeni predtretmani utjecali su na smanjenje kromatske vrijednosti L^* , tj. tako predtretirani i osušeni plodovi bili su tamniji u usporedbi s kontrolnim uzorkom. U usporedbi s kontrolnim uzorkom (0,21) povećanje kromatske vrijednosti a^* uočava se kod predtretmana s KOH koncentracije 0,5 i 1 % pri temperaturi otopine od 60 °C i abrazije 10 i 15 minuta. Izdvojeni predtretmani utjecali su na povećanje kromatske vrijednosti a^* , tj. tako predtretirani i osušeni plodovi imali su više crvene boje od plodova podvrgnutim ostalim predtretmanima. Kontrolni uzorak imao je najnižu (-1,89) b^* vrijednost koja se značajno razlikuje u usporedbi sa svim tretiranim uzorcima. Najveće b^* vrijednosti uočavaju se kod predtretmana abrazijom 10 i 15 minuta te kod uzoraka tretiranih KOH temperature 60 °C koncentracija 1 i 1,5 %. Izdvojeni predtretmani utjecali su na povećanje kromatske vrijednosti b^* , te su tako utjecali na povećanje žutog pigmenta, dok su ostali predtretmani utjecali na povećanje plavog pigmenta. Kontrolni uzorak imao je najveću (2,41) *Chroma* vrijednost koja se značajno razlikuje u usporedbi sa svim tretiranim uzorcima. Najmanje *Chroma* vrijednosti uočavaju se kod predtretmana tretiranih KOH temperature 22 °C svih korištenih koncentracija

i tretmana destiliranom vodom pri 60 °C. Izdvojeni predtretmani utjecali su na smanjenje Chroma vrijednosti. Najniža Hue vrijednost (-14,50) zabilježena je kod kontrolnog uzorka, a koja se značajno razlikuje u usporedbi sa svim tretiranim uzorcima. Najveća Hue vrijednost zabilježena je kod predtretmana KOH svih koncentracija (0,5, 1 i 1,5 %) temperature otopine od 60 °C, predtretmana KOH koncentracije 1,5 % temperaturi otopine od 22 °C i tretmana destiliranom vodom pri 22 °C. Izdvojeni predtretmani utjecali su na povećanje Hue vrijednosti.

Tablica 27. Analiza varijance (ANOVA) kromatskih vrijednosti osušenih plodova sorte 'Bistrica'

Tretman	L^*	a^*	b^*	Chroma	Hue
Kontrola	45,48a±2,59	0,21j±0,27	-1,89l±1,60	2,41a±1,53	-14,50l±19,73
Abracija 5 min	40,01l±0,82	0,79e±0,19	0,56f±0,58	1,15g±0,49	24,32k±20,27
Abracija 10 min	40,87g±0,91	1,14b±0,30	1,01d±0,38	1,54f±0,44	40,99h±8,54
Abracija 15 min	40,38i±0,52	1,21a±0,27	1,18c±0,53	1,73d±0,43	42,21g±16,37
KOH 0,5 %, 22 °C	41,38f±1,33	0,58g±0,20	0,41k±0,61	0,89i±0,32	26,99j±21,14
KOH 1 %, 22 °C	41,65d±1,32	0,36h±0,15	0,53h±0,60	0,80k±0,33	44,64f±44,29
KOH 1,5 %, 22 °C	41,88c±1,12	0,31i±0,13	0,55g±0,70	0,85j±0,38	52,48d±36,74
KOH 0,5 %, 60 °C	40,55h±0,48	1,12c±0,29	0,50i±0,25	1,84c±0,31	52,60c±7,36
KOH 1 %, 60 °C	40,35j±0,44	1,07d±0,45	1,53a±0,43	1,88b±0,58	55,88b±8,29
KOH 1,5 %, 60 °C	40,30k±0,39	0,72f±0,25	1,44b±0,16	1,62e±0,18	63,84a±8,61
dH ₂ O 22 °C	41,91b±1,06	0,58g ±0,46	0,92e±0,46	1,12h±0,32	50,59e±27,44
dH ₂ O 60 °C	41,64e±0,76	0,36h ±0,59	0,43j±0,59	0,75l±0,29	40,36i±43,64
Pr>F	***	***	***	***	***

Vrijednosti označene različitim slovom značajno se razlikuju prema (Fisher LSD) testu. ***- kada je $Pr \leq 0,001$.

Kod sorte 'President' kontrolni uzorak imao je najveću (44,42) L^* vrijednost koja se značajno razlikuje u usporedbi sa svim tretiranim uzorcima. Najmanje L^* vrijednosti uočavaju se kod predtretmana abrazijom 15 minuta te kod uzoraka tretiranih KOH temperature 60 °C svih korištenih koncentracija. Izdvojeni predtretmani utjecali su na smanjenje kromatske vrijednosti L^* , odnosno predtretirani i osušeni plodovi bili su tamniji u usporedbi s kontrolnim uzorkom. Najniža kromatska vrijednost (0,81) a^* utvrđena je kod kontrolnog uzorka, dok je značajno povećanje uočeno kod uzoraka tretiranih predtretmanima s KOH koncentracije 1 i 1,5 % pri temperaturi otopine od 22 °C i tretmanima s KOH svih korištenih koncentracija pri temperaturi otopine od 60 °C. Izdvojeni predtretmani utjecali su na povećanje kromatske vrijednosti a^* , tj. tako predtretirani i osušeni plodovi imali su više crvene boje od plodova

podvrgnutim ostalim predtretmanima. Kontrolni uzorak imao je najnižu (-1,94) b^* vrijednost koja se značajno razlikuje u usporedbi sa svim tretiranim uzorcima. Najveće b^* vrijednosti uočavaju se kod predtretmana KOH temperature 60 °C koncentracija 0,5, 1 i 1,5 %. Izdvojeni predtretmani utjecali su na povećanje kromatske vrijednosti b^* , te su tako utjecali na povećanje žutog pigmenta. Uzorak tretiran predtretmanom KOH 1,5 %, 60 °C imao je najveću (5,17) Chroma vrijednost koja se značajno razlikuje u usporedbi sa svim tretiranim uzorcima. Najmanje Chroma vrijednosti uočavaju se kod predtretmana abrazijom 5 i 10 minuta i tretmana destiliranom vodom pri 22 °C. Najniža Hue vrijednost (-50,67) utvrđena je kod kontrolnog uzorka, a koja se značajno razlikuje u usporedbi sa svim tretiranim uzorcima. Najveća Hue vrijednost utvrđena je kod predtretmana KOH svih koncentracija (0,5, 1 i 1,5 %) temperature otopine od 60 °C i predtremana abrazijom 15 minuta. Izdvojeni predtretmani utjecali su na povećanje Hue vrijednosti.

Tablica 28. Analiza varijance (ANOVA) kromatskih vrijednosti osušenih plodova sorte 'President'

Tretman	L^*	a^*	b^*	Chroma	Hue
Kontrola	44,42a±1,31	0,81l±0,30	-1,94l±1,37	2,77d±1,20	-50,67l±24,37
Abrazija 5 min	41,27g±0,91	1,30j± 0,30	0,39i±0,37	1,45k±0,32	14,69i±14,11
Abrazija 10 min	40,75h±0,79	1,16k±0,32	0,10k±0,34	1,31l±0,35	13,26j±13,75
Abrazija 15 min	39,98j±0,70	1,69g±0,29	1,80d±0,59	2,49f±0,55	45,88d±7,79
KOH 0,5 %, 22 °C	41,75d±1,10	1,94f±0,62	0,38j±0,83	2,28h±0,75	3,98k±18,60
KOH 1 %, 22 °C	41,71e±0,42	2,02e±0,38	1,04g±0,96	2,41g±0,63	23,05g±21,88
KOH 1,5 %, 22 °C	41,61f±0,71	2,11d±0,44	1,43e±1,13	2,67e±0,89	28,85f±18,98
KOH 0,5 %, 60 °C	40,03i±0,95	2,42c±0,47	2,69c±0,69	3,62c±0,79	47,57c±4,72
KOH 1 %, 60 °C	39,33k±0,80	2,85b±0,73	4,18b±1,03	5,06b±1,24	55,77a±2,75
KOH 1,5 %, 60 °C	39,88k±1,03	2,98a±0,41	4,22a±0,50	5,17a±0,54	54,75b±4,07
dH ₂ O 22 °C	42,82b±1,11	1,52i±0,62	0,58h±0,83	1,97j±0,75	15,18h±18,60
dH ₂ O 60 °C	41,83c±1,35	1,53h±0,50	1,36f±1,24	2,20i±1,02	31,39e±29,61
Pr>F	***	***	***	***	***

Vrijednosti označene različitim slovom značajno se razlikuju prema (Fisher LSD) testu. ***- kada je $Pr \leq 0,001$.

Kod sorte 'Tepend plus' kontrolni uzorak imao je najveću (41,68) L^* vrijednost koja se značajno razlikuje u usporedbi sa svim tretiranim uzorcima. Najmanje L^* vrijednosti uočavaju se kod predtretmana abrazijom 5, 10 i 15 minuta te kod uzoraka tretiranih KOH temperature

60 °C svih korištenih koncentracija. Izdvojeni predtretmani utjecali su na smanjenje kromatske vrijednosti L^* . Najniža kromatska vrijednost (0,63) a^* utvrđena je kod kontrolnog uzorka, dok je značajno povećanje uočeno kod uzoraka tretiranih abrazijom 15 minuta i predtretmanima s KOH koncentracije 0,5, 1 i 1,5 % pri temperaturi otopine od 60 °C. Kontrolni uzorak imao je najnižu (-0,80) b^* vrijednost koja se značajno razlikuje u usporedbi sa svim tretiranim uzorcima. Najveće b^* vrijednosti uočavaju se kod predtretmana abrazijom 15 minuta i predtretmanima s KOH svih korištenih koncentracija pri temperaturi otopine od 60 °C. Uzorak tretiran predtretmanom KOH 1,5 %, 60 °C imao je najveću (3,26) Chroma vrijednost koja se značajno razlikuje u usporedbi sa svim tretiranim uzorcima. Najmanje Chroma vrijednosti uočavaju se kod predtretmana s KOH koncentracije 0,5 pri temperaturi otopine od 22 °C i tretmana destiliranom vodom pri obje temperature. Najniža Hue vrijednost (-25,44) utvrđena je kod kontrolnog uzorka i značajno se razlikuje u usporedbi sa svim ostalim tretiranim uzorcima. Najveća Hue vrijednost utvrđena je kod predtretmana KOH svih koncentracija (0,5, 1 i 1,5 %) temperature otopine od 60 °C i predtretmana abrazijom 15 minuta.

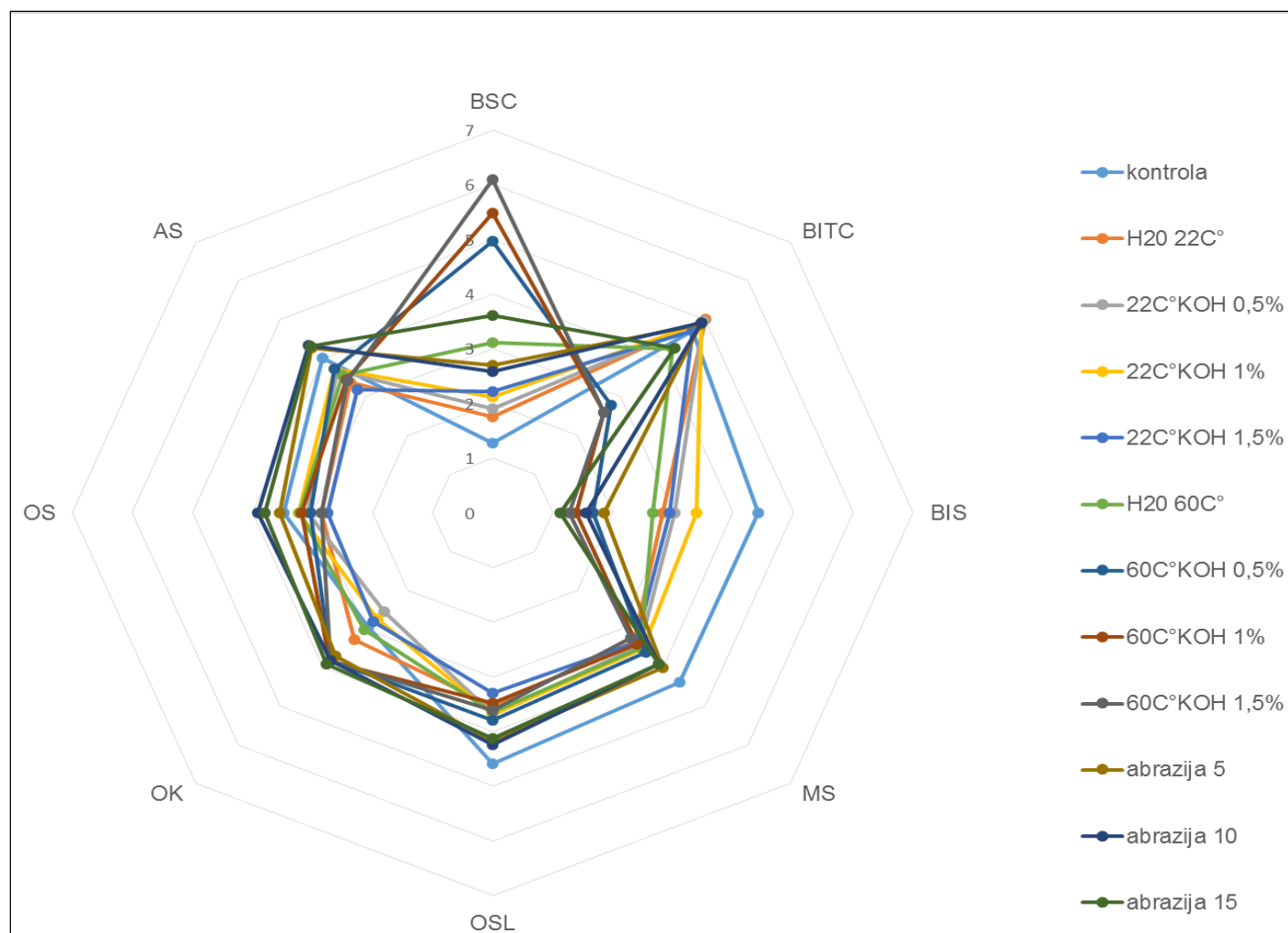
Tablica 29. Analiza varijance (ANOVA) kromatskih vrijednosti osušenih plodova sorte 'Topend plus'

Tretman	L^*	a^*	b^*	Chroma	Hue
Kontrola	41,68a±1,43	0,63l±0,28	-0,80l±1,21	1,60g±1,70	-25,44k ±24,13
Abrazija 5 min	39,27i±0,92	0,96i±0,14	0,55j±0,44	1,24h±1,70	24,27f±15,85
Abrazija 10 min	39,29h±0,63	1,10g±0,14	0,09k±0,30	1,17i±1,70	4,56j±13,23
Abrazija 15 min	38,37l±0,95	1,42b±0,13	2,47d±0,94	2,90d±1,70	57,08d±13,31
KOH 0,5 %, 22 °C	41,39b±1,52	0,94j±0,21	1,04g±0,48	0,46k±1,70	19,90g±11,66
KOH 1 %, 22 °C	40,23e±0,60	1,17e±0,38	1,70f±0,99	2,01f±1,70	54,24e±11,25
KOH 1,5 %, 22 °C	40,13f±0,63	1,12f±0,39	1,77e±0,94	2,12e±1,79	54,24e±14,18
KOH 0,5 %, 60 °C	39,63g±0,98	1,30d±0,25	2,60b±0,84	2,92c±1,70	62,14b±6,53
KOH 1 %, 60 °C	39,10j±0,61	1,37c±0,30	2,59c±0,72	2,95b±1,70	61,42c±5,25
KOH 1,5 %, 60 °C	38,71k±0,71	1,54a±0,25	3,27a±0,49	3,62a±1,70	64,85a±2,11
dH ₂ O 22 °C	41,11c±0,88	1,04h±0,28	0,83i±0,60	0,28l±1,70	8,66i±21,58
dH ₂ O 60 °C	40,74d±0,94	0,86k±0,38	1,00h±1,14	0,65j±1,70	17,59h±22,83
Pr>F	***	***	***	***	***

Vrijednosti označene različitim slovom značajno se razlikuju prema (Fisher LSD) testu. ***- kada je $Pr \leq 0,001$.

4.5.3. Organoleptička svojstva osušenih plodova šljiva

Intenziteti pojedinog senzorskog svojstva (BSC – boja ploda smeđe/crno, BITC – boja ploda tamno plavo/crno, BIS – boja ploda siva, MS – miris na šljivu, OSL – okus na šljivu, OK – kiseli okus, OS – sočnost, AS – aroma na šljivu) s obzirom na korištene predtretmane prikazani su na slici 25. Intenzitet boje prikazan je u tri različita svojstva: BSC – boja ploda smeđe/crno, BITC – boja ploda tamno plavo/crno, BIS – boja ploda siva. U odnosu na kontrolni uzorak (1,27) svojstvo boje smeđe/crno na plodovima osušenih šljiva ima značajno veći intenzitet (6,09) kod plodova koji su tretirani predtretmanom sa KOH 1,5 % pri 60 °C, dok je najslabiji intenzitet (1,76) izražen kod plodova tretiranih predtretmanom s destiliranom vodom pri temperaturi 22 °C. Kod intenziteta svojstva boje tamno plavo/crno dolazi do grupiranja intenziteta pojedinih predtretmana oko kontrolnog uzorka 4,7, dok je značajno manji intenzitet navedenog svojstva izražen kod predtretmana s KOH koncentracija 0,5, 1 i 1,5 % pri 60 °C. Intenzitet svojstva sive boje najizraženiji je kod kontrolnog uzorka (4,42), dok je najmanji intenzitet svojstva grupiran oko vrijednosti (1,12 – 1,67) za predtretmane KOH koncentracije 0,5, 1 i 1,5 % pri 60 °C i abrazijom 5, 10 i 15 minuta. Ostali predtretmani s KOH koncentracija 0,5, 1 i 1,5 % pri 22 °C i vodom pri temperaturama od 22 i 60 °C grupirani su između vrijednosti (2,67 - 3,39). Prilikom organoleptičkog ocjenjivanja mirisa isti je podijeljen na tri svojstva: miris na šljivu, karamelu i na strani miris. Statistički značajno svojstvo mirisa izraženo je kod mirisa na šljivu, te je u odnosu na kontrolni uzorak (4,39) bio najveći kod predtretmana abrazijom (5, 10 i 15 minuta) u rasponu vrijednosti 3,91 - 4, dok je najniži intenzitet ovog svojstva (3,24) utvrđen kod predtretmana s KOH koncentracije 1,5 % pri 60 °C. Slijedeće ocjenjivano senzorsko svojstvo bio je okus. Statistički značajne razlike utvrđene su kod svojstava okusa na šljivu, kiselog okusa i sočnosti, dok za preostala svojstva slatkog okusa, okusa gorko/trpko i stranih okusa nisu utvrđene statistički značajne razlike ovisno o predtretmanu. Najveći intenzitet svojstva okusa na šljivu (4,58) utvrđen je kod kontrolnog uzorka, zatim slijede uzorci predtretmana abrazijom (5, 10 i 15 minuta) u rasponu vrijednosti od 4,24 – 4,12, dok je najniži intenzitet (3,33) zabilježen kod predtretmana s KOH koncentracije 1,5 % pri 22 °C. Intenzitet okusa na kiselo najizraženiji (3,91) je kod predtretmana abrazijom 15 minuta, a najniži (2,55) je utvrđen kod predtretmana s KOH koncentracije 0,5 % pri 22 °C. Sočnost je najizraženija kod uzoraka tretiranih abrazijom (5, 10 i 15 minuta) te u uzorku kontrole a vrijednosti ove grupe kretale su se u rasponu između 3,48 i 3,91, najniži intenzitet sočnosti izmjeren je kod uzoraka koji su tretiranih s KOH koncentracije 1,5 % pri temperaturi 22 °C (2,76) i 60 °C (2,85). Aroma na šljivu najizraženija je kod uzoraka koji su tretirani abrazijom (5, 10 i 15 minuta) te su vrijednosti spomenutog intenziteta u rasponu između 4,27 i 4,33. Najniži intenzitet svojstva arome na šljivu (3,18) zabilježen je kod uzorka tretiranog predtretmanom 22 °C KOH 1,5 %.

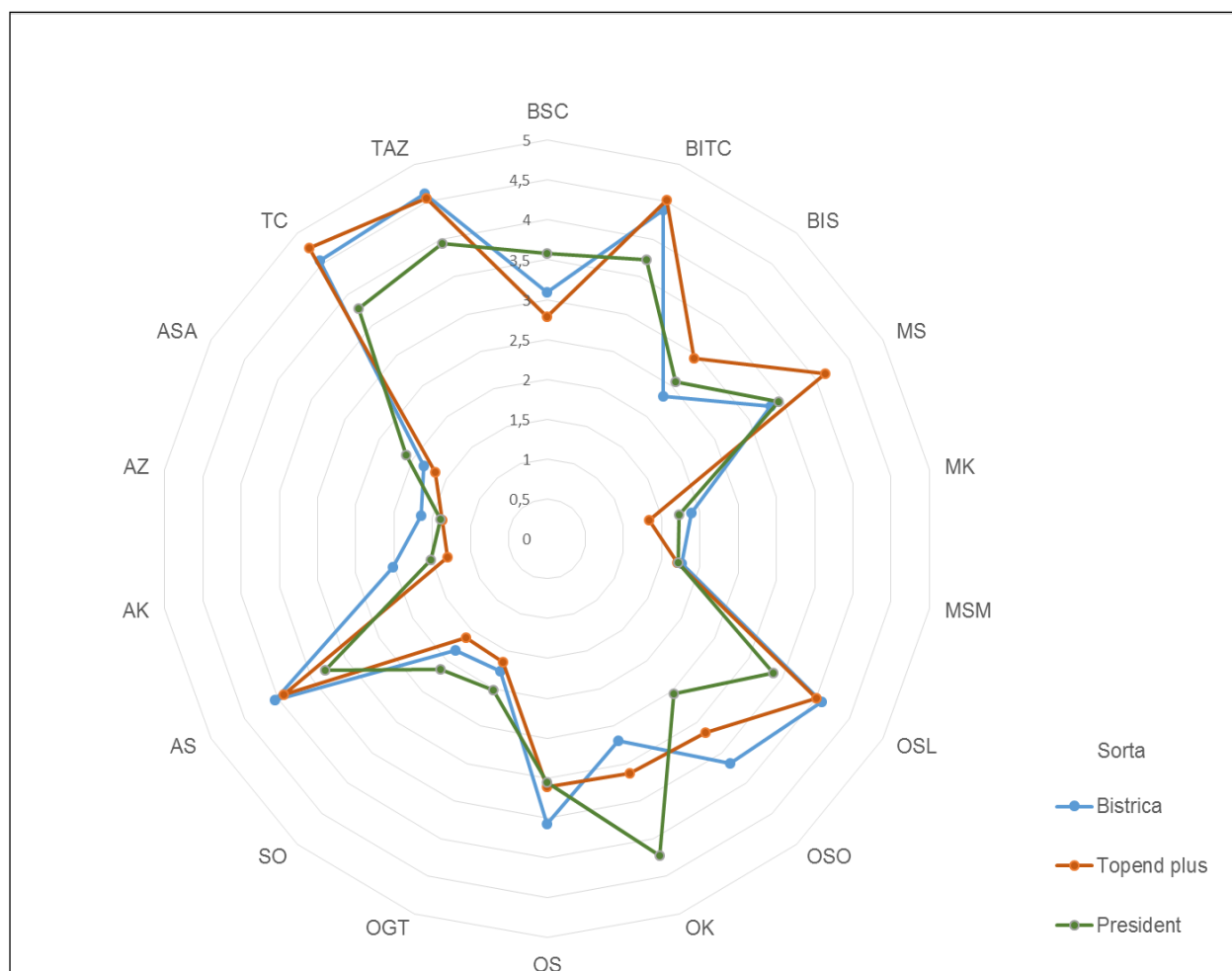


BSC – boja ploda smeđe/crno, BITC – boja ploda tamno plavo/crno, BIS – boja ploda siva, MS – miris na šljivu, OSL – okus na šljivu, OK – kiseli okus, OS – sočnost, AS – aroma na šljivu.

Slika 25. Prikaz intenziteta svojstava ovisno o predtretmanu

Intenzitet pojedinog senzorskog svojstva uzrokovanog primjenom različitih predtretmana na sortama 'Bistrica', 'Topend plus' i 'President', prikazan je u na slikama 27 - 34. Senzorska svojstva koja su prikazana na navedenim slikama pokazuju statistički značajne razlike ovisno o sortimentu i primijenjenom predtretmanu.

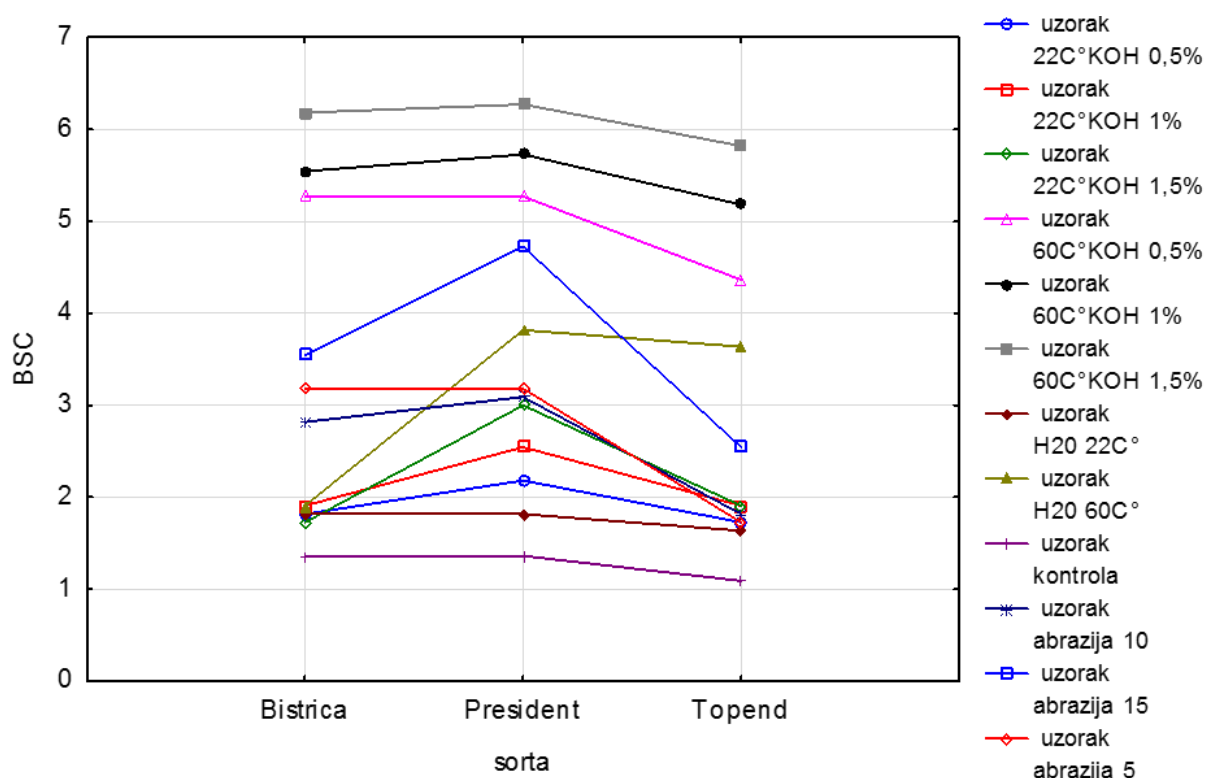
Intenzitet boje smeđe/crno (BSC) najizraženiji (3,58) je kod sorte 'President', a najslabije izražen (2,78) kod sorte 'Topend plus' (slika 26). Intenzitet boje tamno plavo/crno (BITC) izraženiji je kod sorti 'Bistrica' (4,39) i 'Topend plus' (4,52), dok je kod sorte 'President' zabilježen najslabiji intenzitet (3,73) navedenog obojenja. Kod intenziteta boje siva (BIS) najveći intenzitet zabilježen je kod sorte 'Topend plus' (2,95), a najniži kod sorte 'Bistrica' (2,33). Organoleptičkim ocjenjivanjem mirisa na šljivu (MS), najizraženiji intenzitet utvrđen je kod sorte 'Topend plus' (4,14), a slijedi je sorta 'President' (3,44) i 'Bistrica' (3,33). Najizraženije vrijednosti svojstva mirisa na karamelu (MK) utvrđena je kod sorte 'Bistrica' (1,89), dok je najniže izražena vrijednost navedenog svojstva kod sorte 'Topend plus' (1,34). Intenzitet stranog mirisa (MSS) kod svih sorti iz ovog istraživanja ocijenjen je prosječnom ocjenom 1,73. Prilikom ocjenjivanja intenziteta okusa na šljivu (OSL) najjači intenzitet utvrđen je kod sorti 'Bistrica' (4,08) i 'Topend plus' (4,00). Intenzitet slatkog okusa (OSO) najizraženiji je kod sorte 'Bistrica' (3,67), a najslabiji je zabilježen kod sorte 'President' (2,54). Kiseli okus (OK) najizraženiji je kod sorte 'President' (4,23), a najslabiji kod sorte 'Bistrica' (2,7). Vrijednost sočnosti ploda (OS) najizraženija je kod sorte 'Bistrica' (3,57), dok je kod sorte 'President' najmanje izražena vrijednost (3,05). Vrijednost za svojstvo okusa gorko/trpko (OGT) najizraženija je kod sorte 'President' (2,02), dok su niže vrijednosti utvrđene kod sorti 'Bistrica' (1,76) i 'Topend plus' (1,65). Strani okus (SO) najizraženiji je kod sorte 'President' (2,13), a kod sorte 'Topend plus' vrijednosti su najniže (1,62). Najizraženiji intenzitet arome na šljivu (AS) imala je sorta 'Bistrica' (4,05), dok je najniže ocijenjena sorta 'President' (3,3). Aroma na karamelu (AK) najintenzivnija je kod sorte 'Bistrica' (2,02), dok je najslabiji intenzitet ocijenjen kod sorte 'Topend plus' (1,65). Kod sorte 'Bistrica' aroma na zagorjelo (AZ) bila je najintenzivnija te je ocijenjena s ocjenom 1,65, dok je za ostale sorte u istraživanju prosječna ocjena bila 1,38. Strana aroma (ASA) najizraženija je kod sorte 'President' (2,09). Najintenzivniju čvrstoću (TC) osušenog ploda ocjenjivači su ocijenili za sortu 'Topend plus' (4,76), dok su sortu 'President' ocijenili s 3,77. Gumoznost/žvakavost (TAZ) najintenzivnija je kod sorti 'Bistrica' (4,61) i 'Topend plus' (4,55).



BSC – boja ploda smeđe/crno, BITC – boja ploda tamno plavo/crno, BIS – boja ploda siva, MS – miris na šljivu, MK – miris na karamelu, MSM – strani miris, OSL – okus na šljivu, OSO – slatki okus, OK – kiseli okus, OS – sočnost, OGT – okus na gorko/trpko, SO – strani okus, AS – aroma na šljivu, AK – aroma na karamelu, AZ – aroma na zagorjelo, ASA – strana aroma, TC – čvrstoća texture ploda, TAZ – gumoznost/žvakavost ploda

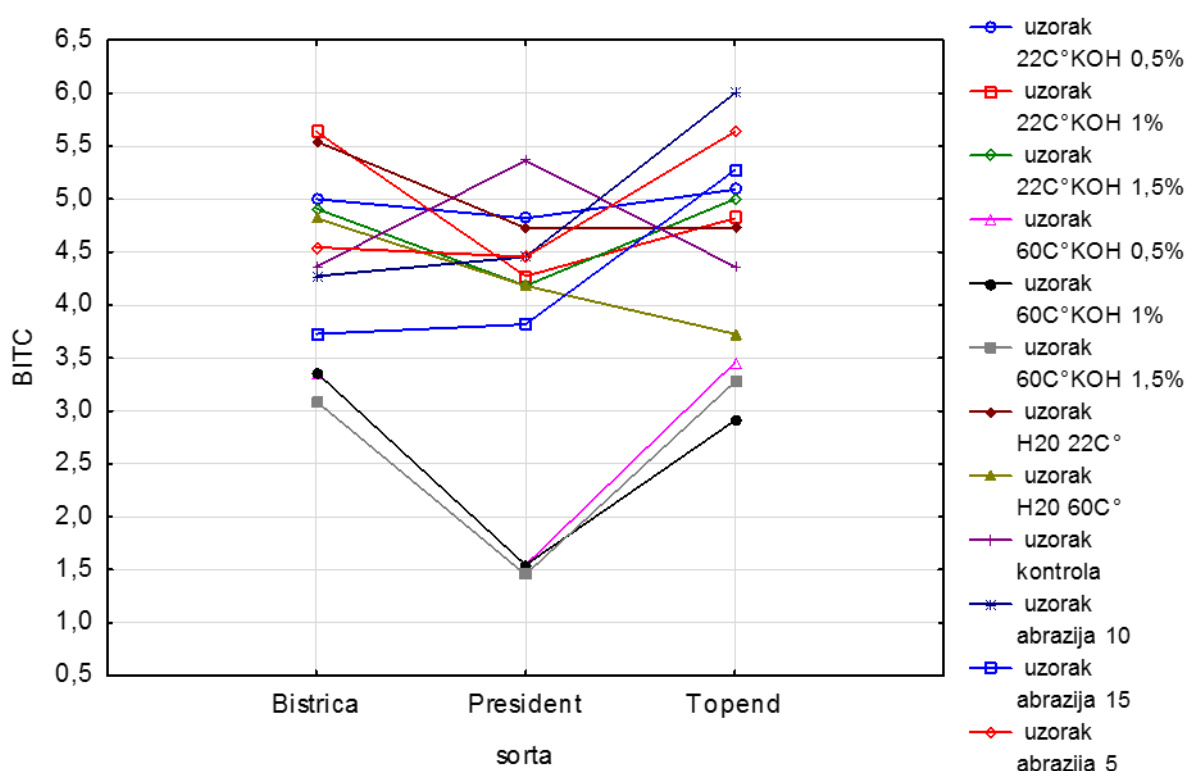
Slika 26. Intenzitet pojedinog svojstva po sortama

Intenzitet smeđe/crne (BSC) boje osušenih plodova prikazan je na slici 27. Najniži intenzitet smeđe/crne boje zabilježen je u kontrolnom uzorku kod svih triju sorti, dok je najizraženiji intenzitet svojstva grupiran oko predtretmana s KOH 60C° (koncentracije 0,5, 1 i 1,5%), za sorte 'Bistrica' i 'President '. Kod sorte 'Topend plus' utvrđeno je statistički značajno manje izraženo svojstvo intenziteta boje smeđe/crno kod tretmana s KOH navedenih koncentracija pri 60 °C. Kod uzorka tretiranih abrazijom (5, 10 i 15 minuta) utvrđena su variranja intenziteta svojstva između sorti. Najveće variranje zabilježeno je kod tretmana abrazijom 15 minuta gdje je najniži intenzitet zabilježen kod sorte 'Topend plus', a najveći kod sorte 'President'. Nešto manje razlike intenziteta spomenutog svojstva među sortama su kod predtretmana abrazijom 5 i 10 min. Također veće variranje intenziteta boje smeđe/crno između sorti zabilježeno je kod predtretmana vodom pri 60 °C gdje je najveći intenzitet svojstva utvrđen kod sorte 'Topend plus', a najslabiji kod sorte 'Bistrica'. Niže vrijednosti intenziteta boje smeđe/crno utvrđene su kod plodova tretiranih KOH 22C° (koncentracije 0,5, 1 i 1,5%) i vodom na 22 C°, gdje je najveći intenzitet svojstva utvrđen kod sorte 'President' dok ostale dvije sorte imaju sličan intenzitet.



Slika 27. Intenzitet boje smeđe/crno (BSC) po sortama i predtretmanima

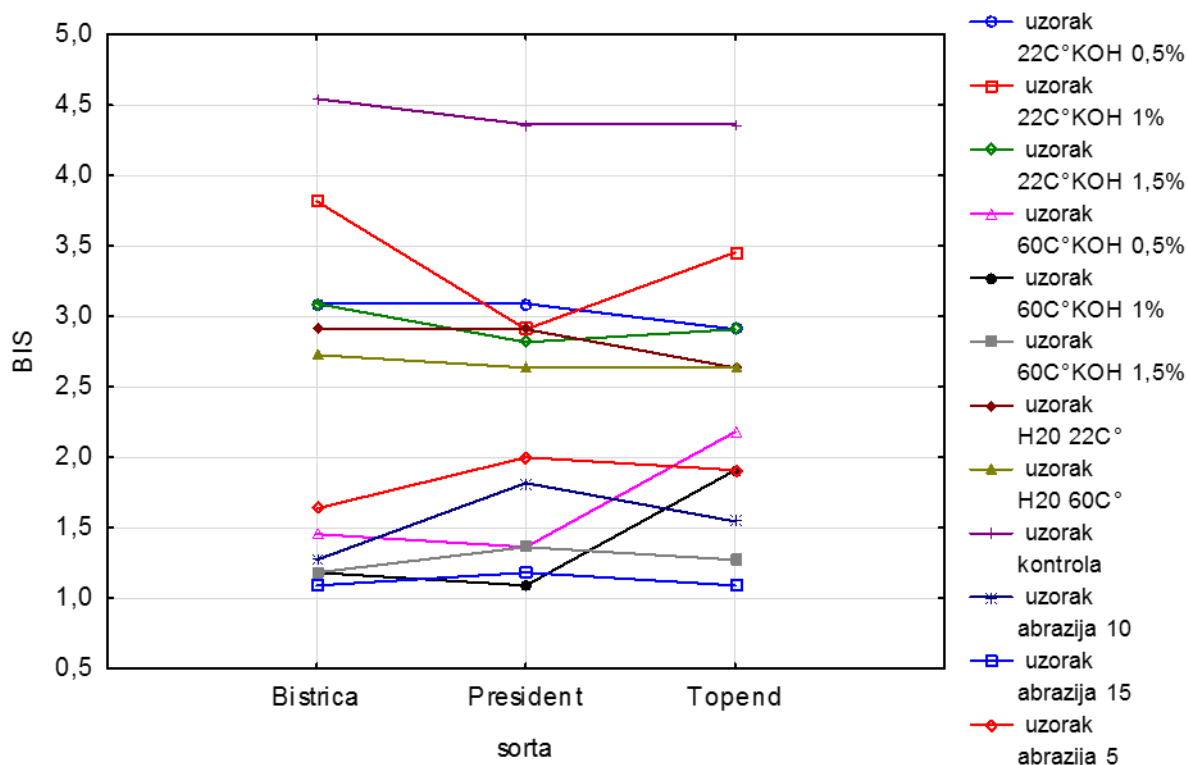
Intenzitet boje tamno plavo/crno (BITC) osušenih plodova prikazan je na slici 28. Najniži intenzitet svojstva tamno plavo/crne boje grupiran je oko predtretmana KOH koncentracija 0,5, 1 i 1,5 % pri 60 °C kod sorte 'President'. Najizraženiji intenzitet svojstva grupiran je oko predtretmana KOH koncentracija 0,5, 1 i 1,5 % pri 22 °C, predtretmana vodom pri 22 °C i predtretmana abrazijom (5 i 10 minuta). Unutar ove grupe za navedeno svojstvo najmanji intenzitet boje tamno plavo/crno utvrđen je kod sorte 'President', a najizraženije je kod sorte 'Bistrice', dok je kod predtretmana abrazijom (5 i 10 minuta) najintenzivnije svojstvo zabilježeno kod sorte 'Topend plus'. Za kontrolni uzorak ocjenjivači su najveći intenzitet boje tamno plavo/crno ocijenili kod sorte 'President'.



Slika 28. Intezitet boje tamno plavo/crno (BITC) po sortama i predtretmanima

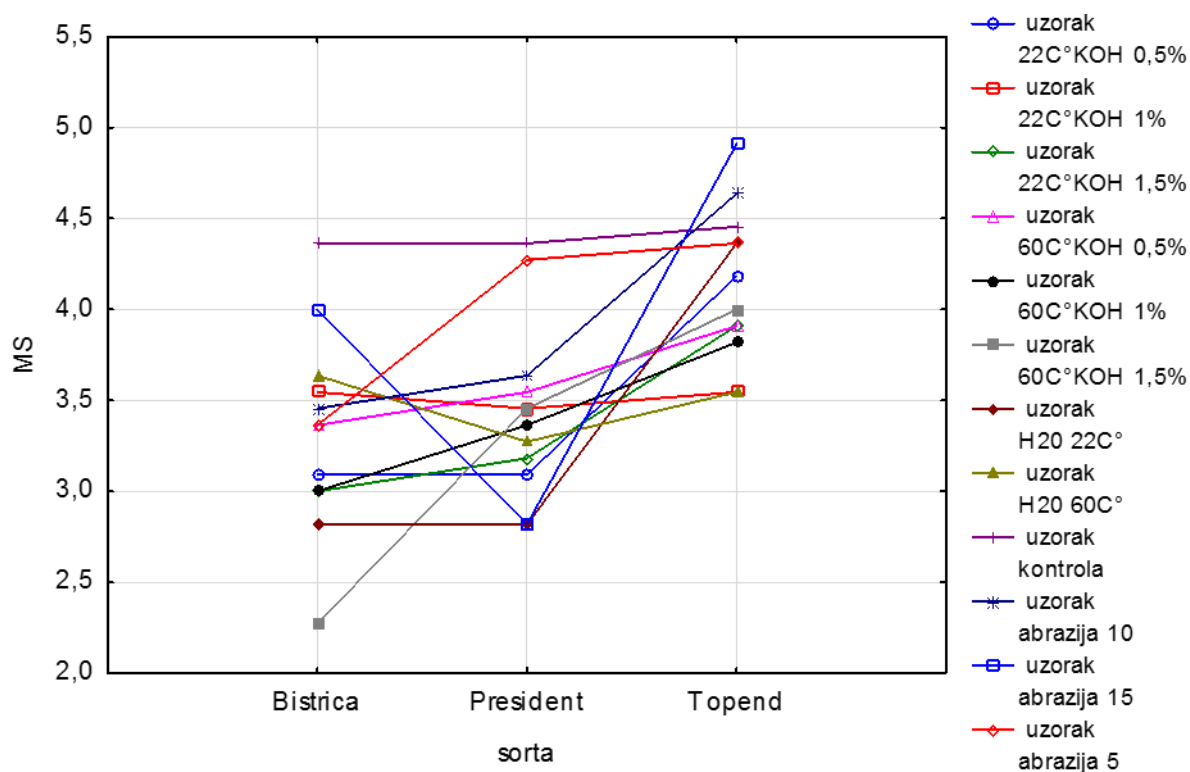
Intenzitet svojstva za sivu boju (BIS) osušenih plodova prikazan je na slici 29. Najizraženiji intenzitet sive boje utvrđen je kod kontrolnog uzorka za sve tri sorte. Kod predtretmana s KOH koncentracija 0,5, 1 i 1,5 % pri 22 °C i vodom pri 22 i 60 C° vrijednosti intenziteta sive boje su u rasponu od 2,5 do 3 za sve istraživane sorte. Manja odstupanja utvrđena su kod sorti 'Bistrice' i 'Topend plus' kod predtretmana s KOH koncentracije 1 % pri 22 °C gdje su utvrđene veće vrijednosti intenziteta sive boje (3,7 i 3,5). Najniži intenzitet svojstva grupiran je oko predtretmana s KOH koncentracije 0,5, 1 i 1,5 % pri 60 °C i predtretmana abrazijom (5, 10 i 15 minuta). U prethodno navedenim tretmanima utvrđena su variranja intenziteta svojstva sive boje između sorti. Sorta 'Bistrice' imala je najniži intenzitet svojstva kod predtretmana

abrazijom (5, 10 i 15 minuta) i predtretmana KOH koncentracije 1,5 % pri 60 °C, a najviši kod sorte 'President' za navedene predtretmane. Kod predtretmana KOH koncentracije 0,5 i 1 % pri 60 °C najniži intenzitet utvrđena je kod sorte 'President', a najviši kod sorte 'Topend plus'.



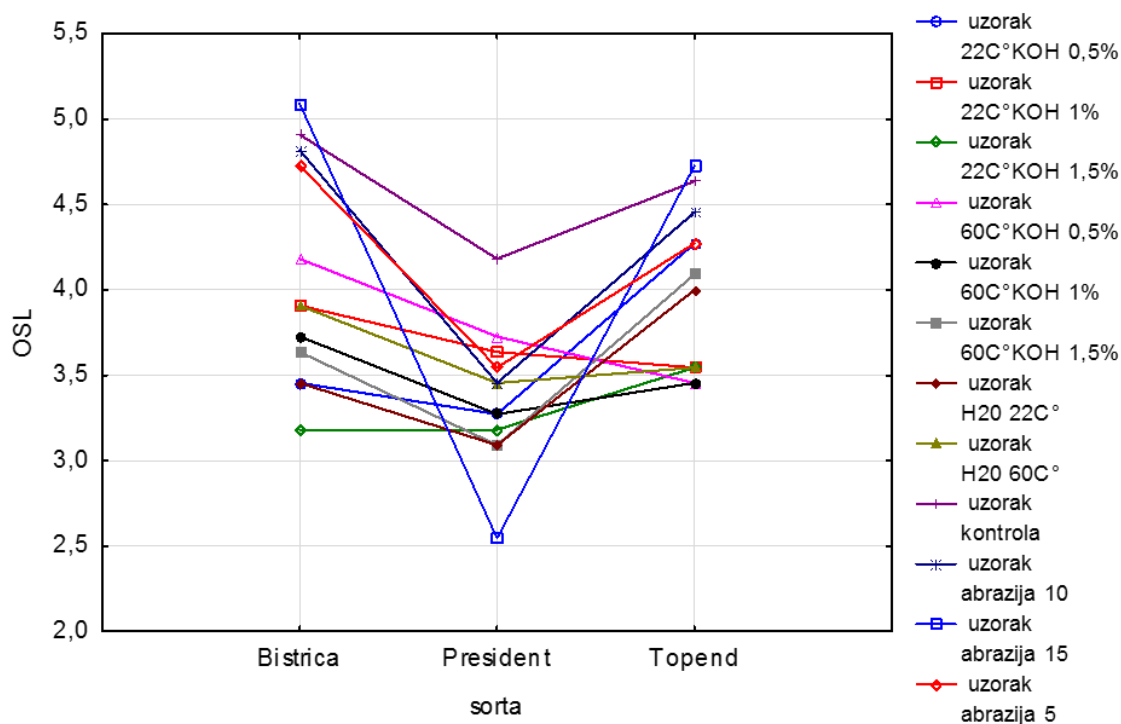
Slika 29. Intenzitet boje sivo (BIS) po sortama i predtretmanima

Intenzitet mirisa na šljivu (MS) osušenih plodova prikazan je na slici 30. Najizraženiji intenzitet mirisa na šljivu zabilježen je kod kontrolnog uzorka za sorte 'Bistrica' i 'President'. Dok je za sortu 'Topend plus' najizraženiji intenzitet mirisa na šljivu utvrđen kod predtretmana abrazijom 15 minuta. Značajno niži intenzitet svojstva kod ove grupe predtretmana utvrđen je kod sorte 'President'. Vrijednosti većine predtretmana grupirane su oko središnje skale (3-4) intenziteta za sve sorte u istraživanju, gdje je najintenzivnije svojstvo mirisa na šljivu utvrđeno kod sorte 'Topend plus' tretirano destiliranom vodom pri 22 °C i 60 °C, s KOH svih koncentracija 0,5, 1 i 1,5 % pri 22 °C i s KOH svih korištenih koncentracije pri temperaturi otopine 60 °C. Najniži intenzitet svojstva ove grupe utvrđen je kod sorte 'Bistrice', i to kod predtretmana s KOH koncentracije 1,5 % pri 60 °C .



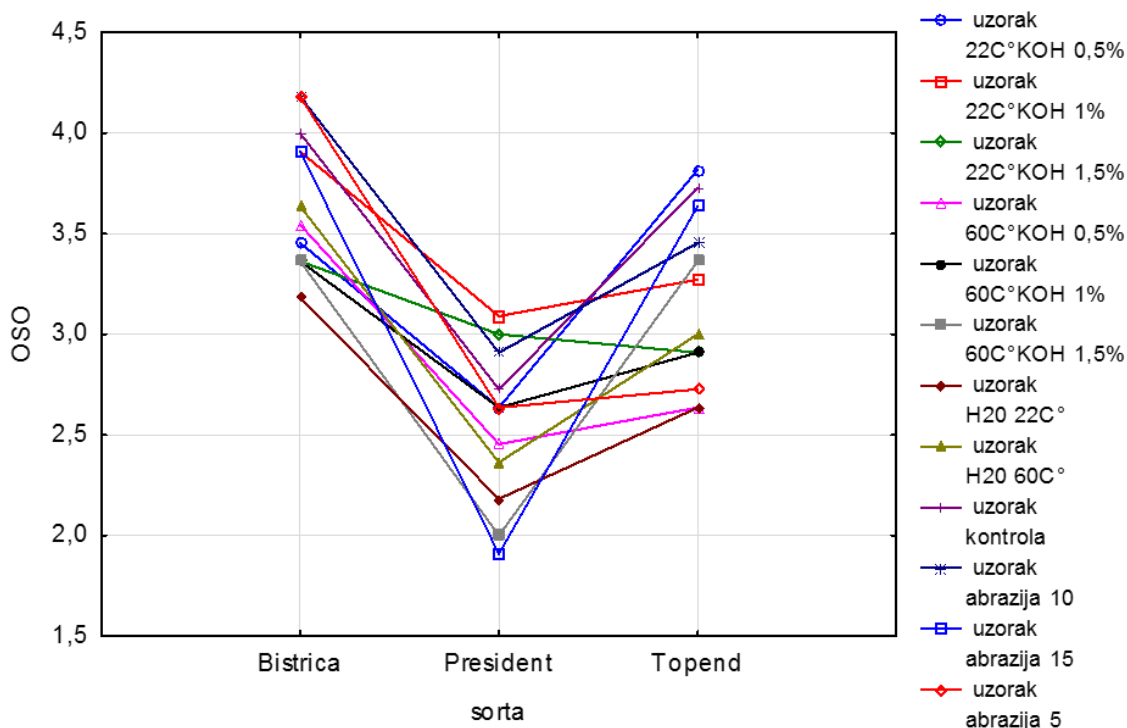
Slika 30. Intenzitet mirisa na šljivu (MS) po sortama i predtretmanima

Intenzitet svojstva okusa na šljivu (OSL) osušenih plodova prikazan je na slici 31. Najizraženiji intenzitet okusa na šljivu zabilježen je kod uzoraka tretiranih abrazijom (5, 10 i 15 minuta) i kontrolnog uzorka kod sorte 'Bistrica'. Najslabiji intenzitet svojstva zabilježen je kod sorte 'President' kod predtretmana abrazijom 10 minuta. Kod predtretmana s KOH koncentracije 1 % pri 22 °C , KOH koncentracije 0,5 i 1 % pri 60 °C i vodom pri 60 °C najveća vrijednost intenziteta svojstva utvrđena je kod sorte 'Bistrica', dok je najmanja utvrđena kod sorte 'Topend plus' za iste predtretmane. Kod predtretmana s KOH koncentracije 0,5 i 1,5 % pri 22 °C, KOH koncentracije 1,5 % pri 60 °C i vodom pri 22 °C najveći intenzitet utvrđen je kod sorte 'Topend plus', a najniži kod sorte 'President'.



Slika 31. Intenzitet okusa na šljivu (OSL) po sortama i predtretmanima

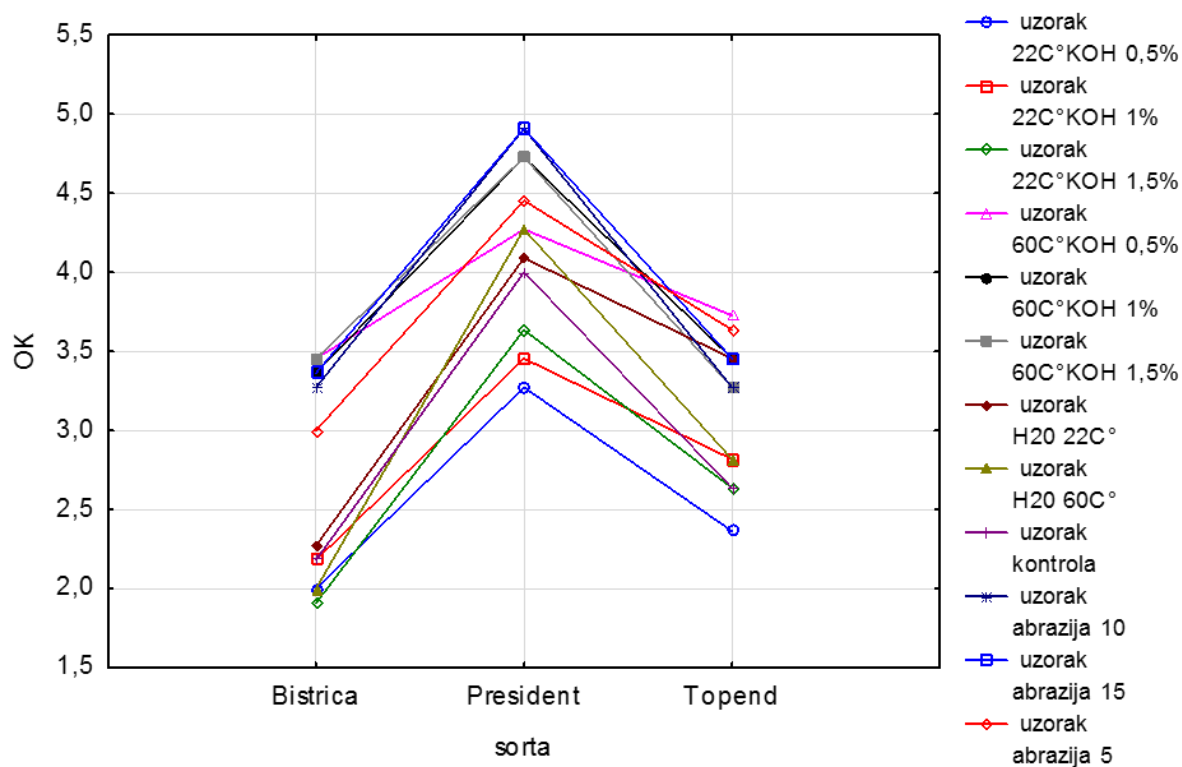
Najizraženiji intenzitet slatkog okusa (OSO) osušenih plodova (slika 32) zabilježen je kod uzorka tretiranih abrazijom 5 i 15 minuta, KOH koncentracije 0,5 i 1 % kod 22 °C i kontrolnog uzorka kod sorte 'Bistrica', dok je najslabiji intenzitet ovog svojstva utvrđen kod sorte 'President'. Također kod svih ostalih predtretmana najveći intenzitet slatkog okusa utvrđen je kod sorte 'Bistrica', a najniži kod sorte 'President' osim kod predtretmana s KOH koncentracije 1,5 % kod 22 °C gdje je najslabiji intenzitet slatkog okusa utvrđen kod sorte 'Topend plus'.



Slika 32. Intenzitet slatkog okusa (OSO) po sortama i predtretmanima

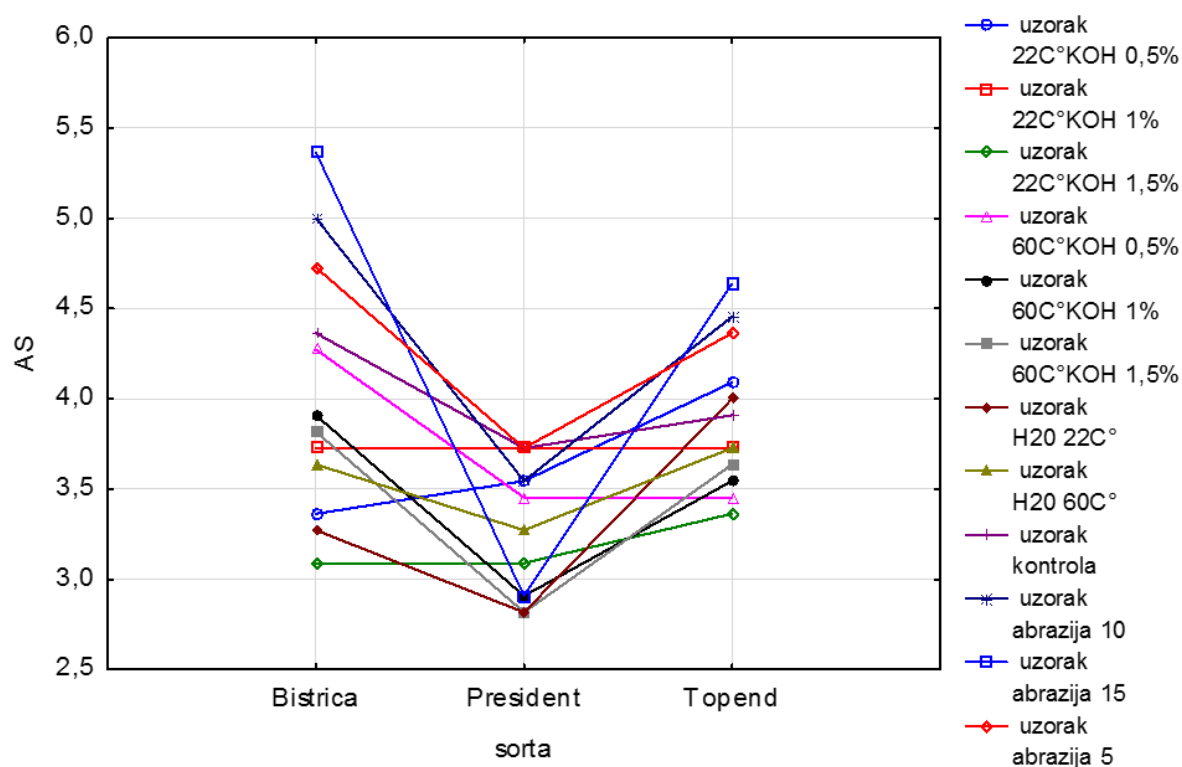
Intenzitet kiselog okusa (OK) osušenih plodova prikazan je na slici 33. Najizraženiji intenzitet kiselog okusa utvrđen je kod grupe uzoraka tretiranih predtretmanom abrazijom 10 i 15 minuta i KOH koncentracije 1 i 1,5 % pri 60 °C kod sorte 'President'. Najslabiji intenzitet svojstva utvrđen je kod sorti 'Bistrica' i 'Topend plus'.

U središnjem dijelu skale intenziteta ovoga svojstva koje su grupirane oko uzoraka koji su tretirani predtretmanima abrazija 5 minuta, KOH 60 C° (koncentracije 0,5%) destiliranom vodom na 22 i 60 C° i kontrolni uzorak, najveći intenzitet svojstva utvrđen je kod sorte 'President', a najslabiji kod sorte 'Bistrica'. Kod grupe uzoraka koje su koncentrirane oko predtretmana KOH koncentracija 0,5, 1 i 1,5 % pri 22 °C utvrđen je najveći intenzitet spomenutog svojstva kod sorte 'President', a najslabiji kod sorte 'Bistrica'.



Slika 33. Intenzitet kiselog okusa (OK) po sortama i predtretmanima

Intenzitet arome na šljivu (AS) osušenih plodova prikazan je na slici 34. Najizraženiji intenzitet svojstva arome na šljivu zabilježen je kod grupe uzorka tretiranih abrazijom 5, 10 i 15 minuta i kontrolnog uzorka kod sorte 'Bistrica', a najslabiji kod sorte 'President' za iste predtretmane. Kod uzorka šljive tretirane s KOH koncentracije 1 % pri 22 °C intenzitet arome isti je kod sve tri sorte. Kod uzorka tretiranih s KOH koncentracija 0,5 i 1,5 % pri 22 °C najintenzivnija aroma utvrđena je kod sorte 'Topend plus', a najmanja kod sorte 'Bistrica'. S obzirom na sortiment, kod svih ostalih kombinacija predtretmana sorta 'Bistrica' imala je najizraženije svojstvo arome na šljivu, dok sorta 'President' najmanje izraženo navedeno svojstvo.



Slika 34. Intenzitet arome na šljivu (AS) po sortama i predtretmanima

4.6. Biološki aktivni spojevi

U Tablicama 30-32 prikazani su rezultati analiza sadržaja ukupnih fenola, hidroksicimetnih kiselina i flavonola ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ svježe tvari) osušenih plodova različito predtretiranih sorti šljive.

Analizom varijance kod sorte 'Bistrica' utvrđene su visoko signifikantne statističke razlike ($p \leq 0,001$) između svih istraživanih predtretmana. Uporabom kemijskog predtretmana (KOH svih koncentracija pri 22 i 60 °C) utvrđen je najviši sadržaj ukupnih fenola, hidroksicimetnih kiselina i flavonola. Najveća vrijednost ukupnih fenola ($228,92 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) utvrđena je kod plodova tretiranih KOH 1 % pri 22 °C, a ukupnih hidroksicimetnih kiselina ($46,28 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) i flavonola ($54,52 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) kod tretmana s KOH 1 % pri 60 °C. Uporabom abrazije kao predtretmana utvrđene su najmanje vrijednosti ukupnih fenola i to $64,66 \text{ (mg } 100 \text{ g}^{-1})$ za tretman abrazijom 10 minuta. Najmanja vrijednost ukupnih hidroksicimetnih kiselina ($12,74 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) utvrđena je kod tretmana abrazijom 5 minuta, dok je kod tretmana abrazijom 15 minuta utvrđen najmanji sadržaj ($20,06 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) ukupnih flavonola.

Tablica 30. Analiza varijance (ANOVA) sadržaja ukupnih fenola, hidroksicimetnih kiselina i flavonola osušenih plodova sorte 'Bistrica'

Tretman	Ukupni fenoli (mg 100 g ⁻¹)	Ukupne hidroksicimetne kiseline (mg 100 g ⁻¹)	Ukupni flavonoli (mg 100 g ⁻¹)
Kontrola	105,24e ± 26,79	26,98e ± 2,72	33,83f ± 0,55
Abracija 5 min	73,80h ± 9,16	12,74l ± 0,75	28,72i ± 1,08
Abracija 10 min	64,66l ± 13,06	16,99j ± 0,56	24,32k ± 0,80
Abracija 15 min	64,80k ± 7,73	16,15k ± 11,57	20,06l ± 11,37
KOH 0,5 %, 22 °C	73,42i ± 3,78	17,05i ± 0,63	27,32j ± 0,54
KOH 1 %, 22 °C	228,92a ± 8,66	41,56c ± 4,41	53,58b ± 2,81
KOH 1,5 %, 22 °C	118,06d ± 0,16	27,74d ± 2,14	34,14d ± 0,42
KOH 0,5 %, 60 °C	102,93g ± 27,81	20,44h ± 6,9	31,14h ± 8,04
KOH 1 %, 60 °C	166,15c ± 10,93	46,28a ± 5,77	54,52a ± 10,54
KOH 1,5 %, 60 °C	170,10b ± 25,47	41,82b ± 0,65	53,12c ± 0,31
dH ₂ O 22 °C	71,14j ± 17,60	26,63f ± 1,64	33,97e ± 0,11
dH ₂ O 60 °C	103,68f ± 14,88	21,07g ± 3,10	32,38g ± 5,34
Pr>F	***	***	***

Vrijednosti označene različitim slovom značajno se razlikuju prema (Fisher LSD) testu. ***- kada je Pr≤0,001.

Kod sorte 'President' utvrđene su visoko signifikantne statističke razlike ($p \leq 0,001$) između svih istraživanih predtretmana za istraživane biološki aktivne spojeve. Najveće vrijednosti ukupnih fenola (118,49 mg 100 g⁻¹), ukupnih hidroksicimetnih kiselina (41,81 mg 100 g⁻¹) i ukupnih flavonola (53,09 mg 100 g⁻¹) utvrđene su kod plodova tretiranih destiliranom vodom pri temperaturi 60 °C. Najmanje vrijednosti ukupnih fenola (57,48 mg 100 g⁻¹), ukupnih hidroksicimetnih kiselina (18,92 mg 100 g⁻¹) i ukupnih flavonola (25,32 mg 100 g⁻¹) utvrđene su kod uzoraka koji su tretirani predtretmanom abracije 10 minuta.

Tablica 31. Analiza varijance (ANOVA) sadržaja ukupnih fenola, hidroksicimetnih kiselina i flavonola osušenih plodova sorte 'President'

Tretman	Ukupni fenoli (mg 100 g ⁻¹)	Ukupne hidroksicimetne kiseline (mg 100 g ⁻¹)	Ukupni flavonoli (mg 100 g ⁻¹)
Kontrola	70,65j ± 2,34	28,93h ± 3,93	34,83h ± 0,09
Abracija 5 min	85,81g ± 0,97	33,36e ± 0,67	35,19g ± 0,70
Abracija 10 min	57,48l ± 8,61	18,92l ± 0,36	25,32l ± 7,56
Abracija 15 min	88,95f ± 5,90	32,31f ± 2,77	40,01e ± 3,95
KOH 0,5 %, 22 °C	105,90b ± 11,74	34,20d ± 0,36	41,72d ± 1,41
KOH 1 %, 22 °C	68,15k ± 15,01	26,76k ± 5,39	33,18k ± 3,13
KOH 1,5 %, 22 °C	75,14i ± 2,90	27,08i ± 1,71	34,02i ± 0,02
KOH 0,5 %, 60 °C	84,18h ± 10,48	26,91j ± 2,29	33,85j ± 0,14
KOH 1 %, 60 °C	89,83e ± 1,73	36,05b ± 1,19	42,58b ± 0,45
KOH 1,5 %, 60 °C	93,15d ± 11,60	31,80g ± 1,97	37,15f ± 1,86
dH ₂ O 22 °C	94,34c ± 0,37	35,25c ± 0,34	42,23c ± 0,11
dH ₂ O 60 °C	118,49a ± 5,75	41,81a ± 2,38	53,09a ± 0,80
Pr>F	***	***	***

Vrijednosti označene različitim slovom značajno se razlikuju prema (Fisher LSD) testu. ***- kada je Pr≤0,001.

Analizom varijance istraživanih biološki aktivnih spojeva kod sorte 'Topend plus' utvrđene su visoko signifikantne statističke razlike ($p \leq 0,001$) između svih istraživanih predtretmana. Najveće vrijednosti ukupnih fenola (216,06 mg 100 g⁻¹), ukupnih hidroksicimetnih kiselina (65,30 mg 100 g⁻¹) i ukupnih flavonola (53,09 mg 100 g⁻¹) utvrđene su kod predtretmana s KOH 1,5 % pri 60 °C. Najmanja vrijednost ukupnih fenola (118,75 mg 100 g⁻¹) utvrđena je kod plodova tretiranih destiliranom vodom pri 60 °C, a ukupnih hidroksicimetnih kiselina (46,28 mg 100 g⁻¹) i flavonola (54,52 mg 100 g⁻¹) kod tretmana s KOH 1 % pri 60 °C.

Tablica 32. Analiza varijance (ANOVA) sadržaja ukupnih fenola, hidroksicimetnih kiselina i flavonola osušenih plodova sorte 'Topend plus'

Tretman	Ukupni fenoli (mg 100 g ⁻¹)	Ukupne hidroksicimetne kiseline (mg 100 g ⁻¹)	Ukupni flavonoli (mg 100 g ⁻¹)
Kontrola	176,19e ± 1,00	52,76d ± 6,25	62,18c ± 4,92
Abracija 5 min	176,43d ± 12,23	45,66i ± 11,56	53,28j ± 6,98
Abracija 10 min	140,28i ± 13,92	47,39g ± 3,42	54,82g ± 5,11
Abracija 15 min	162,87g ± 15,92	41,92k ± 7,90	53,24k ± 3,68
KOH 0,5 %, 22 °C	125,29k ± 5,67	46,67h ± 2,80	54,23h ± 2,73
KOH 1 %, 22 °C	148,98h ± 16,46	48,59e ± 3,04	55,23e ± 2,16
KOH 1,5 %, 22 °C	186,10c ± 19,42	48,49f ± 7,81	55,18f ± 6,37
KOH 0,5 %, 60 °C	133,45j ± 17,78	38,91l ± 4,14	43,92l ± 2,41
KOH 1 %, 60 °C	167,59f ± 17,73	59,80b ± 9,22	62,02d ± 2,85
KOH 1,5 %, 60 °C	216,06a ± 3,19	65,30a ± 4,41	68,48a ± 0,61
dH ₂ O 22 °C	210,29b ± 3,51	59,44c ± 1,50	64,32b ± 2,12
dH ₂ O 60 °C	118,75l ± 12,38	43,23j ± 8,50	54,21i ± 7,07
Pr>F	***	***	***

Vrijednosti označene različitim slovom značajno se razlikuju prema (Fisher LSD) testu. ***- kada je Pr≤0,001.

5. RASPRAVA

5.1. Utjecaj klimatskih prilika na razvoj ploda šljive

Istraživanja brojnih autora pokazala su da kvaliteta biljnog materijala značajno ovisi o klimatskim uvjetima i okolišnim faktorima. Brojna istraživanja napominju da su najvažniji meteorološki čimbenici za biljku toplina i oborine (Cobainchi i sur., 1988; Penzar i Penzar 1989; Crisosto i sur., 1997; 2002; Vangadal i sur., 2005; Manganaris i sur., 2008; Silvestroni, 2012).

Veće količine oborina kroz vegetacijsku godinu u kojoj je provedeno istraživanje kao i niže temperature prisutne u vrijeme dozrijevanja plodova (grafikon 4) značajno su utjecali na tvrdoću ploda i pomološka svojstva ploda (masu i veličinu), udio suhe tvari, topljive suhe tvari, ukupnih kiselina. Prema istraživanju koje su proveli Belini (1991) i Silvestroni (2012) šljiva zahtijeva sumu inaktivnih temperatura u razdoblju dormantnosti od 600 do 800 sati. Nakon završetka dormantnosti potrebna je suma od 197 sati aktivnih temperatura za početak pupanja, a za početak cvatnje 321 sat (Miljković, 1991). U sjeverozapadnoj Hrvatskoj prema Štampar (1966) šljive počinju cvatnju uz srednju dnevnu temperaturu od 8 do 12 °C odnosno 16 °C, a uz ovakve temperature cvatnja šljiva traje oko 10 dana. Uz vrlo povoljne temperature, od 20 do 25 °C, cvatnja traje od 5 do 6 dana, te u tim uvjetima među pojedinim sortama vrlo su male razlike u početku i trajanju cvatnje. Prema istraživanjima Anzina i sur. (1956) o utjecaju suše na rast i razvoj ploda zamijećena je izrazita osjetljivost ploda na sušu 20 do 30 dana nakon cvatnje odnosno u vrijeme formiranja endokarpa. U to vrijeme zapaža se jače opadanje plodova. Uz dulje trajanje sušnog perioda u fazi najintenzivnijeg rasta ploda plodovi ostaju sitni, tamne boje i smežuraju se uz peteljku, a većina plodova ne mekša niti mijenja okus.

5.2. Vrijeme berbe

Na kvalitetu ploda šljive osim ekoloških uvjeta, agrotehničkih mjera, sorte, podloge, tla, nadmorske visine nasada utječe rast i razvoj ploda (Kader, 1999; Mišić, 2006). Bubić (1977) ističe da kretanje srednje temperature između 18 i 20 °C u lipnju, srpnju i kolovozu djeluje povoljno na sazrijevanje ploda šljive, nakupljanje šećera i razvoja voštane prevlake na kožici. Ako je srednja temperatura u navedena tri mjeseca između 17 i 18 °C plodovi šljive se razvijaju, nakupljaju šećere, ali kasnije dozrijevaju i nemaju dovoljno razvijenu voštanu prevlaku na kožici ploda. Kod srednje temperature niže od 17 °C plodovi su kiseliji s manjom količinom šećera uz vrlo malo voštane prevlake na kožici ploda. Ako srednja temperatura u ta tri mjeseca prelazi 20 °C u nasadima gdje nije uveden sustav navodnjavanja plodovi prisilno dozrijevaju, brzo mekšaju, te nema razvoja voštane prevlake na kožici ploda. Crisosto i sur. (2002) u svome

istraživanju ističu kako temperature više od 25 °C negativno utječu na kvalitetu ploda tijekom faze zrenja reducirajući arome i promovirajući nepravilno zrenje. O rastu ploda najviše ovise fizikalna i kemijska svojstva ploda, tj. veličina, tvrdoća, boja kože, udio topljive suhe tvari i ukupnih kiselina. Za sušenje plodova potrebno je ubrati plodove šljive određenih fizikalno-kemijskih i pomoloških svojstava, te je stoga vrlo važno odrediti optimalni rok berbe za svaku sortu.

Prema dobivenim rezultatima iz ovog istraživanja (tablica 10) udio topljive suhe tvari (TST) povećavao se, dok su se vrijednosti tvrdoće ploda kao i udio ukupnih kiselina (UK) smanjivale tijekom razvoja plodova. Vrijednosti tvrdoće ploda i udjela ukupnih kiselina tijekom različitih rokova berbe ne smanjuju se u svim sortama podjednako, odnosno navedena fizikalno-kemijska svojstva značajno se razlikuju ovisno o sortimentu (Abdi i sur., 1997). Usenik i sur. (2008) napominju da se tijekom zrenja plodova postupno povećava udio topljive suhe tvari, a smanjuje udio kiselina što je potvrđeno i rezultatima ovog istraživanja. Mišić (2006) napominje da je optimalni rok berbe za kasne sorte šljiva u kontinentalnom području između 5. i 20. rujna. No u godinama s povećanom količinom oborina i nižim temperaturama on se nekad pomiče i za desetak dana. Optimalni rokovi berbe za sorte iz ovog istraživanja bili su u razdoblju od 03.09. ('Bistrica') do 23.09. ('Topend plus') što je u skladu s prethodno navedenim preporučenim datumom berbe.

5.3. Pomološka i morfološka svojstva svježih plodova šljive

Pomološka i morfološka svojstva plodova sorti šljiva značajno se razlikuju kod pojedinih sorti (Mičić i sur., 2005; Gonda, 2006). Dobivene vrijednosti mase, visine, širine i debljine ploda šljive sorti iz ovog istraživanja (tablica 10) karakteristične su za svaku pojedinu uz izuzetak kod sorte 'Bistrica' gdje su zabilježena veća odstupanja, odnosno utvrđene značajno veće vrijednosti mase, visine, širine i debljine ploda u odnosu na podatke iz drugih istraživanja (Ergunes i sur., 2005; Čmelik i sur., 2007; Blažek i Pišekova, 2009; Halapija i sur., 2009). Razlog takvog odstupanja pomoloških svojstava kod sorte 'Bistrica' je utjecaj alternacije kojoj je ova sorta sklona (Mičić i sur., 2005; Gonda, 2006).

Vrijednosti dobivene za masu, visinu, širinu i debljinu koštice sorti u istraživanju (tablica 12) karakteristične su za svaku pojedinu sortu. Dobiveni podatci su u suglasju s autorima Blažek i Pišekova (2009) te Kovacs (2013) koji navode da je prosječna masa koštice kod sorte 'President' 2 g, dok je kod sorti Top selekcije, a kojoj pripada i sorta 'Topend plus' prosječna masa koštice između 1,3 i 2,4 g. Određivanje visine, širine i debljine koštice pojedinih sorti šljive osnova je za prilagođavanje opreme, a kako bi se pravilno i precizno izvršilo odstranjivanje koštice (otkoštičavanje) iz plodova (Adiletta i sur., 2014).

S tehnološko - proizvodnog stajališta kod sušenja šljive važan je randman ploda, tj. odnos dijelova ploda (mezokarp i kožica ploda) koji se prerađuju i dijelova koji se uklanjaju, odnosno predstavljaju otpad (koštica i peteljka). Milatović i sur., (2011) spominju da je najčešći udio koštice u plodovima šljive između 2,47 i 4,28 %, a dobivene vrijednosti iz ovog istraživanja (2,94 – 4,01 %) su u rasponu navedenih. Sorta 'President' imala je najveće iskorištenje mesa ploda (93,77 %) u odnosu na ostale sorte uključene u ovo istraživanje što je važan podatak za optimiziranje procesa sušenja.

Boja svježeg ploda šljive varira ovisno o sorti i agroekološkim uvjetima uzgoja. Crisosto (1994) navodi da je dopunska boja ploda uz udio topljive suhe tvari, ukupnih kiselina i krupnoću ploda dobar pokazatelj zrelosti i kvalitete ploda. Međutim, provedena slična istraživanja boje ploda šljive (Usenik i sur., 2009; Unuk i sur., 2011) navode da boja kožice ploda nije mjerodavan pokazatelj dozrelosti ploda šljive. U ovom istraživanju kromatske vrijednosti boje kožice svježih plodova istraživanih sorti šljive razlikuju se od vrijednosti objavljenih od autora Unuk i sur., (2015) prilikom čega su u sklopu ovog istraživanja utvrđene više L^* vrijednosti i niže kromatske vrijednosti a^* i b^* (plodovi su bili svjetliji), a što se može pripisati utjecaju agroekoloških uvjeta poput temperature i količina oborina te sortnih svojstava.

5.4. Fizikalno - kemijska svojstva svježih plodova šljive

Autori Bhutani i Joshi (1995), Abdi i sur., (1997) te Blažek i Pišekova (2009) su utvrdili da veća ili manja variranja kemijskog i fizikalnog sastava plodova šljiva ovise o sorti.

Tvrdoća ploda smanjuje se za vrijeme zrenja. Smanjenje tvrdoće ploda ne odvija se podjednako brzo i zavisno je o sorti, agroekološkim uvjetima i tehnologiji uzgoja (Ertekin i sur., 2006, Infante i sur., 2011). Najveća tvrdoća plodova (1554 g cm^{-2}) sorti u istraživanju utvrđena je kod sorte 'Topend plus', zatim kod sorte 'President' (1190 g cm^{-2}) te kod sorte 'Bistrica' (690 g cm^{-2}), a dobivene vrijednosti tvrdoće ploda podudaraju se s podacima koje su dobili Crisosto i sur. (2002), prema kojima je prihvatljivo variranje tvrdoće ploda šljive u rasponu od 600 i 1560 g cm^{-2} . Isti autori ističu tvrdoću ploda kao parametar za utvrđivanje roka berbe i određivanje maksimalne zrelosti ploda za berbu, a koja ne ugrožava daljnje procese skladištenja, transporta, prodaje i prerade plodova. U istraživanju koje su proveli Halapija i sur. (2009) tvrdoća u fazi zrelosti ploda šljive iznosila je za sortu 'Bistrica' $913,00 \text{ g cm}^{-2}$, 'Topend plus' $1125,00 \text{ g cm}^{-2}$ i 'President' $1801,00 \text{ g cm}^{-2}$.

Tijekom dozrijevanja ploda dolazi do povećanja udjela topljive suhe tvari (TST) u plodovima pod utjecajem insolacije, viših temperatura i prijenosa asimilata iz lišća u plodove (Voća i sur., 2007). Blažek i Pišekova (2009) utvrdili su značajne razlike u udjelu topljive suhe tvari između različitih sorti šljiva. Prema Kader (1999) i USDA (2016) udio topljive suhe tvari u svježem plodu šljive kreće se od 12,77 do 26 °Brix, dok Čmelik i sur. (2007) navode vrijednosti

u rasponu od 11,4 i 18,9 %. Vrijednosti TST koje su dobili Halapija i sur. (2009) veće su od dobivenih vrijednosti u ovom istraživanju, a što je posljedica utjecaj agroekoloških uvjeta, odnosno u usporedbi s godinom u kojoj je provedeno ovo istraživanje, temperature kao i količina oborina su bile prikladnije razvoju ploda šljive.

Uobičajen sadržaj vode u svježem plodu šljive kreće se između 74 i 87% (Bhutani i Joshi, 1995; Kunachowicz i sur., 1998; Vujičić, 2009). Dobivene vrijednosti sadržaja vode u svježem plodu šljive istraživanih sorti (tablica 15) u skladu su s vrijednostima koje su dobili autori Mišić (2000) i Tarhan (2007).

Tijekom faze zrenja plodova šljive udio ukupnih kiselina postupno se smanjuje, a najniže vrijednosti ukupnih kiselina postižu u vrijeme potpune zrelosti ploda (Usenik i sur., 2008). Dobivene vrijednosti ukupnih kiselina u ovom istraživanju (tablica 15) značajno su veće od vrijednosti koje su objavili autori Šic Žlabur i sur., (2012) i Bursać i sur., (2014), a čemu su razlozi sortna svojstva kao i agroekološki uvjeti uzgoja. pH vrijednost u zavisnosti je s udjelom ukupnih kiselina ploda, odnosno niža pH vrijednost utvrđena je u plodovima sorti koje su imale veći udio ukupnih kiselina. pH vrijednost istraživanih sorti u ovom istraživanju podudaraju se s podacima autora Mitrović i sur. (2009). Manja variranja pH vrijednosti u usporedbi s podacima drugih autora utvrđena su kod sorte 'President', a kod koje su u sklopu ovog istraživanja utvrđene nešto više vrijednosti u odnosu na rezultate istraživanja Šic Žlabur i sur., (2012) i Bozhkova (2014) te kod sorte 'Topend plus' za koju je skupina autora Bursać i sur. (2014) utvrdila nižu pH vrijednost.

Kvalitativni i kvantitativni sadržaj topljive suhe tvari (TST) i ukupnih kiselina (UK) jedan je od najvažnijih čimbenika kvalitete ploda, a najviše ovisi o sorti i stupnju zrelosti ploda (Crisosto 1994; Durmaz i sur., 2010). Omjer topljive suhe tvari i ukupnih kiselina osnovna je komponenta u formiranju okusa (Katalinić, 2006). Šic Žlabur i sur., (2012) navode kako je od velike važnosti da je omjer TST/UK u plodu što veći. Veći omjer TST/UK govori u prilog veće prikladnosti i harmoničnosti okusa. Rezultati provedenog istraživanja ukazuju da je kod sorti 'President' (0,96) i 'Topend plus' (1,46) omjer TST/UK niži u usporedbi sa sortom 'Bistrica' kod koje je navedeni omjer najveći (2,31).

5.5. Sušenje

Tijekom sušenja u plodu se javljaju procesi prijenosa topline i mase. Energija se predaje plodu, a voda iz ploda isparava (Welti-Chanes, 2005). Na ekonomičnu isplativost sušenja utječe temperatura i vrijeme sušenja, a na konačnu kvalitetu osušenog proizvoda utječu sastav ploda, a osobito početni sadržaj vode u plodu, vrsta predtretmana i temperatura sušenja (Cinquanta i sur., 2002; Doymaz i Pala, 2002; Bursać i sur., 2014).

U procesu sušenja šljive jedan od najvažnijih koraka je uklanjanje voštane prevlake s površine kože ploda, a koji je glavna barijera za prijenos vode iz ploda (Mišić, 2006). Danas su u primjeni različiti tipovi predtretmana, od kojih se najviše upotrebljavaju oni kemijski. Prednosti upotrebe kemijskih predtretmana očituju se u značajnom skraćivanju vremena sušenja te u očuvanju biološki aktivnih spojeva, dok je glavni nedostatak zbrinjavanje upotrijebljenih kemijskih sredstava i njihov negativni utjecaj na okoliš (Doymaz i Pala., 2002). Razvojem novih tehnika predtretmana pokušava se izbjeći uporaba kemijskih sredstava uz optimalno trajanje procesa sušenja i očuvanje kvalitativnih vrijednosti ploda. Jedan od takvih predtretmana je uporaba abrazije. Prema rezultatima ovog istraživanja kod svih istraživanih sorti vrijeme sušenja bilo je najdulje kod uzoraka kojima nije uklonjena voštana prevlaka (kontrolni uzorak) što dokazuje potrebu uklanjanja prevlake prije početka sušenja. Kod sorte 'Bistrice' niža temperatura otopine (22 °C) prilikom upotrebe destilirane vode i otopine KOH svih koncentracija nije značajno utjecala na uklanjanje voštane prevlake, odnosno kod navedenih uzoraka (grafikon 3 i 5) vrijeme sušenja je bilo najdulje (88 i 95 h). Primjenom više temperature otopine (60 °C) vrijeme sušenja se značajno skratilo i to kod tretmana destiliranom vodom pri 60 °C za 19 sati, a upotrebom otopine KOH 1,5 % za čak 60 sati čime se može zaključiti da je viša temperatura pridonijela značajnijem uklanjanju i razgradnji voštane prevlake, a što potvrđuju istraživanja autora Gazor i sur. (2014). Također, osim temperature temeljem rezultata ovog istraživanja još jedan bitan čimbenik u uklanjanju voštane prevlake odnosno skraćivanju vremena sušenja je i vrsta otapala. Naime, upotrebom lužine (KOH) svih koncentracija neovisno o temperaturi otopine vrijeme sušenja je bilo značajno skraćeno i to za oko 8 % pri temperaturi od 22 °C i za oko dva i pol puta pri 60 °C u usporedbi s tretmanom destiliranom vodom pri istim temperaturama. Prilikom upotrebe mehaničkog predtretmana vrijeme vrtnje odnosno primjene abrazije značajno je utjecalo na vrijeme sušenja. Najkraće vrijeme sušenja utvrđeno je kod abrazije u trajanju od 15 minuta što je u usporedbi s abrazijom 5 i 10 min razlika od 45 % i 24 %. Usporedbom abrazivnog predtretmana 15 min s kemijskim i tretmanom destiliranom vodom može se utvrditi da je vrijeme sušenja kod uzoraka tretiranih abrazijom 15 min bilo kraće čak 59 h u usporedbi s uzorcima tretiranim KOH svih koncentracija pri 22 °C te za čak 66 sati kraće u usporedbi s tretmanom destiliranom vodom pri istoj temperaturi. Isto trajanje vremena sušenja (29 h) utvrđeno je kod uzorka tretiranog KOH 1,5 % temperature 60 °C i uzroka tretiranog abrazijom 15 min čime se može potvrditi iznimna učinkovitost abrazivnog predtretmana u procesu sušenja ploda šljive. Isti trend utjecaja različitih predtretmana utvrđen je i kod ostale dvije sorte šljiva iz istraživanja. Naime, kod sorte 'Topend plus' vrijeme sušenja primjenom predtretmana abrazijom 15 minuta skraćeno je za jedan sat u usporedbi s uzorcima tretiranim KOH 1,5 % uz temperaturu 60 °C, dok je kod sorte 'President' utvrđeno manje odstupanje od navedenog trenda, odnosno najkraće vrijeme

sušenja (27 h) utvrđeno je kod predtretmana abrazijom KOH 1,5 % pri 60 °C što je u usporedbi s abrazijom 15 minuta 2 sata kraći period. Temeljem svih navedenih rezultata može se zaključiti da je abrazivni predtretman izrazito učinkovit u skraćivanju vremena sušenja što je povezano sa značajnim uklanjanjem voštane prevlake uz minimalno oštećenje ploda. I drugi autori navode niz prednosti abrazivnih predtretmana u procesu sušenja, a koji se najviše očituju u značajnom skraćivanju perioda sušenja. Cinqvanta i sur. (2002) su u svom istraživanju utvrdili čak 12 sati kraće vrijeme sušenja uzorka ploda šljive tretiranih abrazijom u usporedbi s kontrolnim, te 9 sati kraće vrijeme u usporedbi s uzorkom tretiranim etil oleatom. Kod svih sorti iz istraživanja provedena je derivacija polinomnih jednadžbi te su dobivene jednadžbe pravca na temelju kojih su uspoređeni nagibi dobivenih krivulja (tablica 18, 20 i 22). Prema dobivenim vrijednostima koeficijenata nagiba pravca može se utvrditi da se isti značajno razlikuju. Najveći koeficijent nagiba pravca kod svih sorti utvrđen je kod predtretmana abrazijom 15 minuta i KOH pri temperaturi otopine 60 °C koncentracije 1,5 %, dok je kontrolni uzorak imao najmanji koeficijent nagiba pravca što sugerira da je i brzina otpuštanja vode iz ploda najmanja.

5.6. Fizikalna svojstva osušenog ploda

Masa i veličina osušenog ploda važni su parametri kvalitete. Teži i krupniji plodovi postižu bolji plasman i cijenu, te su rado prihvaćeni od potrošača (Marković, 2009). U istraživanju koja su proveli Di Matteo i sur. (2002) tretmani abrazijom utjecali su na smanjenje mase i promjera plodova sorti šljiva 'Angeleno', 'Stanley' i 'Empress' u odnosu na plodove tretirane kemijskim predtretmanom. Rezultati ovog istraživanja nisu u skladu sa rezultatima Di Mattea i sur. (2002), s obzirom da je najveća masa osušenog ploda kod svih sorti utvrđena kod predtretmana abrazijom 5 minuta (tablica 23 - 25). Najmanje mase plodova za sve sorte utvrđene su kod predtretmana s destiliranom vodom na obje temperature, osim kod sorte 'Bistrica' kod koje su osušeni plodovi predtretirani s destiliranom vodom imali veću masu osušenog ploda od predtretmana abrazijom 15 minuta i tretmana KOH 0,5 % pri 60 °C. Najniže vrijednosti fizikalnih svojstava: visine, širine i debljine ploda (tablica 23 - 25) imala je sorta 'Bistrica', a najveće vrijednosti utvrđene su kod sorte 'President'. Opisana fizikalna svojstva važna su za klasiranje osušenih plodova prilikom sortiranja i plasmata na tržište. Prema UNECE standardu (2003) na tržištu su ekonomski najisplativije suhe šljive klasirane od I. do III. klase. Prema rezultatima ovog istraživanja (tablica 26) osušeni plodovi svih istraživanih sorti klasirani su u I. i II. klasu što sugerira visoku kvalitetu takvog proizvoda.

5.7. Boja sušenog ploda

Intenzitet obojenosti osušenog ploda, važno je svojstvo kvalitete gotovog proizvoda (Marković, 2009). Boja ploda osušene šljive neposredno utječe na plasman i prihvatanje potrošača, što u konačnici doprinosi odluci o kupnji proizvoda (Nieto-Sandoval i sur., 1999). U ovom istraživanju u usporedbi s kontrolnim uzorkom (tablice 27 - 29), najmanje promjene u L^* kromatskoj vrijednosti uočavaju se kod predtretmana s vodom na obje temperature te predtretmanima s KOH svih koncentracija na 22 °C. Predtretirani plodovi s KOH svih koncentracija na 60 °C kao i abrazija na 15 minuta su značajno smanjile kromatsku vrijednost L^* , tj. osušeni plodovi su bili tamniji od ostalih predtretiranih plodova. Dakle, plodovi kod kojih je kožica bila jače oštećena tijekom predtretmana rezultirali su i tamnijim osušenim plodovima. Kromatska vrijednost a^* osušenih plodova u usporedbi s kontrolnim uzorkom se povećala kod predtretmana KOH svih koncentracija na 60 °C te abrazijom na 15 minuta, tj. ovako tretirani plodovi imali su više crvene boje od plodova podvrgnutim ostalim predtretmanima. Nasuprot tome, kromatska vrijednost b^* je značajno varirala između predtretmana, pri čemu se kao i kod prethodne dvije kromatske vrijednosti izdvajaju predtretman abrazijom na 15 minuta i predtretmani s KOH za sve tri koncentracije na 60 °C. Temeljem svega može se zaključiti da predtretmani lužinom svih koncentracija temperature 60 °C te abrazijom (5, 10 i 15 min) utječu na smanjenje L^* , te povećanje a^* i b^* vrijednosti kromatskih parametara što upućuje na plodove svjetlijih nijansi te crvenih i žutih pigmenata. Ovi rezultati su u suglasju s istraživanjima koje su proveli Cinquanta i sur. (2002), Ergunes i Tarhan, (2006) te Tarhan (2007), a kod kojih također kemijski tretman ima značajan utjecaj na boju osušenog ploda.

5.8. Senzorska procjena

Kvalitetna suha šljiva mora zadovoljiti i kompleksna senzorska svojstva osušenog proizvoda a koji čine uravnotežen kiselo-slatki okus s očuvanim prirodnim aromama koje podsjećaju na svježju šljivu (ISO 4121:2003). Poželjna senzorska svojstva osušenih plodova šljive su boja tamno plava/crna, miris na šljivu, okus na šljivu, slatkog okusa i aroma na šljivu te žvakanost bez prisutnih stranih mirisa, aroma i okusa kao i okusa na kiselo (Chen i sur., 2009). Senzorska svojstva prvenstvo ovise o sorti i o predtretmanu plodova (slika 26). Najizraženije svojstvo boje tamno plava/crna i okusa na slatko utvrđeno je kod sorti 'Topend plus' i 'Bistrica'. Dok je miris na šljivu bio najintenzivniji kod sorte 'Topend plus'. Sorta 'Bistrica' imala je najizraženije svojstvo sočnosti kao i arome na šljivu. Sorta 'President' nije pokazala poželjna senzorska svojstva, te je kod iste utvrđen nepoželjan okus na kiselo.

Intenzitet senzorskog svojstva boje tamno plavo/crno s obzirom na predtretman utjecao je na grupiranja intenziteta pojedinih predtretmana oko kontrolnog uzorka, dok je značajno manji

intenzitet navedenog svojstva izražen kod predtretmana koji su tretirani sa KOH pri temperaturi otopine 60 °C i koncentracije (0,5, 1 i 1,5 %) (slika 25). Predtretmani abrazijom (5, 10 i 15 minuta) pozitivno su utjecali na izraženo svojstvo mirisa i okusa na šljivu, sočnosti te arome na šljivu, dok su navedena svojstva najmanje izražena kod predtretmana KOH 1,5 % pri 22 °C. U provedenim senzorskim analizama najpoželjnija svojstva (okus na šljivu (slika 31), slatki okus (slika 32) i aroma na šljivu (slika 34) utvrđena su kod sorti 'Bistrica' i 'Topend plus' koji su tretirani predtretmanom abrazije 5, 10 i 15 minuta. Gazor i sur. (2014) proveli su istraživanje utjecaja pojedinih toplinskih i kemijskih predtretmana na senzorska svojstva suhe višnje te utvrdili da su potrošačima prihvatljiviji osušeni plodovi koji nisu kemijski predtretirani. Prema rezultatima senzorske ocjene osušenih plodova šljiva iz ovog istraživanja uočen je isti trend, odnosno plodovi predtretirani abrazijom te toplinski destiliranom vodom pokazuju značajno bolja senzorska svojstva od onih tretiranih lužinom.

5.9. Biološki aktivni spojevi

Polifenoli ili biološki aktivni spojevi, imaju važnu ulogu u obrambenim mehanizmima biljaka protiv infekcija i ozljeda, sudjeluju u biokemijskim promjenama koje se odvijaju tijekom zrenja i dozrijevanja voća, te utječu na boju, aromu i okus plodova (Robards, 1999). Raspodjela i sastav fenolnih spojeva šljive ovise o zrelosti, sorti, načinu uzgoja, agrotehničkim mjerama i postupcima obrade (Kim i sur., 2003) što je u skladu s rezultatima analiziranih bioaktivnih spojeva iz ovog istraživanja, a prema kojima su jasno vidljive razlike u udjelu ukupnih fenola, hidroksicimetnih kiselina i flavonola između istraživanih sorti. Pri čemu su kod sorte 'Topend plus' utvrđene najveće vrijednosti analiziranih biološki aktivnih spojeva, dok kod 'Bistrice' najmanji udio ukupnih fenola. Kod sorte 'President' utvrđen je najmanji udio ukupnih hidroksicimetnih kiselina i flavonola (tablica 30 - 32).

Udio biološki aktivnih spojeva u sušenim plodovima voća može značajno varirati, a prvenstveno ovisi o temperaturi sušenja i provedenim predtretmanima. Prema rezultatima ovog istraživanja može se zaključiti kako sam proces sušenja pozitivno utječe na povećanje udjela ukupnih fenola u odnosu na svježi plod kod svih sorti uz izuzetak sorte 'President' kod koje su utvrđene nešto manje vrijednosti ukupnih fenola suhog ploda (kontrolnog uzorka) u odnosu na svježi. Kod sorte 'Bistrica' utvrđeno je povećanje udjela ukupnih fenola osušenog kontrolnog uzorka za čak 49 % u odnosu na svježi plod, dok kod sorte 'Topend plus' za čak 79 %. Povećanje udjela ukupnih fenola u suhom plodu u skladu je s rezultatima autora Izli (2016) koji u svojem istraživanju navodi povećanje udjela ukupnih fenola prilikom sušenja plodova datulja pri raznim temperaturama (60-80 °C). No, autori Cinquanta i sur. (2002) navode oprečne rezultate, odnosno u svojem su istraživanju utvrdili da je procesom sušenja došlo do smanjenja udjela ukupnih fenola u odnosu na svježi plod nezavisno za vrstu predtretmana.

Navedeni trend smanjenja polifenolnih spojeva suhih plodova šljiva u ovom istraživanju utvrđen je za ukupne hidroksicimetne kiseline i flavonole, a čiji je udio kod suhih plodova (kontrolni uzorak) svih sorti bio niži u odnosu na svježi plod i to najizraženije kod sorte 'Tepend plus' udio hidroksicimetnih kiselina čak 40 % niži, a flavonola 56 %, kod 'Bistrice' udio hidroksicimetnih kiselina 26 % niži, flavonola 12 %, dok kod sorte 'President' nisu zabilježena tako značajna odstupanja u udjelu hidroksicimetnih kiselina i flavonola između suhog i svježeg ploda. Vrijednosti udjela hidroksicimetnih kiselina suhog ploda kod svih sorti šljive iz ovog istraživanja u skladu su s podacima objavljenim od skupine autora Miletić i sur. (2014) koji u svom istraživanju navode vrijednosti udjela ukupnih hidroksicimetnih kiselina u suhom plodu šljive u rasponu od 32,21 mg 100 g⁻¹ i 60,61 mg 100 g⁻¹. Također, značajno variranje udjela ukupnih hidroksicimetnih kiselina i flavonola u odnosu na sortu i temperaturu sušenja utvrdili su Piga i sur. (2003) koji su također utvrdili značajno smanjenje navedenih fenolnih spojeva prilikom sušenja ploda šljive.

Istraživanja također potvrđuju značajan utjecaj pojedinih predtretmana na udio biološki aktivnih spojeva u suhom plodu. Naime, prema rezultatima ovog istraživanja kod svih sorti šljive najniže vrijednosti svih analiziranih biološki aktivnih spojeva utvrđene su kod predtretmana abrazijom, nakon kojeg slijedi toplinski predtretman destiliranom vodom pri obje temperature otopine (22 i 60 °C), dok je najveći udio polifenolnih spojeva utvrđen u uzorcima koji su tretirani kemijski, lužinom (KOH) svih koncentracija (0,5, 1 i 1,5 %) pri obje temperature otopine (22 i 60 °C). Prema dobivenim rezultatima važno je naglasiti kako temperatura otopine kojom su tretirani plodovi šljiva prije sušenja značajno utječe na zadržavanje bioaktivnih spojeva. Naime, za sve istraživane sorte šljiva značajno veće vrijednosti ukupnih fenola utvrđene su kod uzoraka tretiranih otopinom temperature 60 °C u usporedbi s otopinom temperature 22 °C pri čemu je kod sorte 'Bistrice' kod tretmana lužinom svih koncentracija pri 60 °C utvrđeno povećanje ukupnih fenola za 5 %, kod sorte 'President' povećanje od 11 %, te kod sorte 'Tepend plus' povećanje od 12 % u odnosu na temperaturu od 22 °C. Kod tretmana destiliranom vodom također je utvrđeno povećanje udjela ukupnih fenola ovisno o temperaturi otopine te je ono kod sorte 'Bistrice' iznosilo čak 46 % više, a kod 'President' 26 % više kod uzoraka tretiranih pri 60 °C u usporedbi s 22 °C. Odstupanje od navedenog trenda utvrđeno je kod sorte 'Tepend plus' kod koje je za razliku od prethodno navedenih sorti povećanjem temperature kod tretmana destiliranom vodom utvrđeno smanjenje udjela ukupnih fenola. Osim temperature, još jedan bitan čimbenik utjecaja na udio biološki aktivnih spojeva je i vrsta otapala. Naime, značajno veći udio fenolnih spojeva utvrđen je kod plodova tretiranih lužinom najveće koncentracije (1,5 %) pri obje temperature otopine što je u skladu s podacima objavljenim od strane autora Bursać i sur. (2014), a koji su utvrdili značajno povećanje udjela ukupnih fenola uz predtretman s KOH koncentracije 1 % na 60 °C u usporedbi s tretmanom

destiliranom vodom pri istoj temperaturi. Također, sadržaj ukupnih fenola plodova šljiva iz ovog istraživanja povećavao se s koncentracijom KOH, tj. najveće vrijednosti ukupnih fenola utvrđene su kod plodova tretiranih s KOH koncentracija 1 i 1,5 % na obje temperature (22 i 60 °C). Iz navedenog se može zaključiti kako je otopina lužine kalijevog hidroksida (KOH) svih koncentracija, a posebice koncentracija 1 i 1,5 % značajno pozitivno utjecala na očuvanje analiziranih biološki aktivnih spojeva. Plodovi šljiva tretirani abrazijom 5, 10 i 15 min imali su značajno niže vrijednosti svih analiziranih biološki aktivnih spojeva u usporedbi s ostalim provedenim tretmanima kod svih sorti šljiva. Kod sorte 'Bistrica' čak dva puta niže vrijednosti ukupnih fenola, ukupnih hidroksicimetnih kiselina i ukupnih flavonola utvrđene su kod plodova predtretiranih abrazijom u odnosu na plodove tretirane s KOH svih koncentracija na 60 °C. Isti trend smanjenja analiziranih biološki aktivnih spojeva kod plodova tretiranih abrazijom utvrđen je i kod sorti 'President' i 'Topend plus' no u nešto manjem postotku, a što je suprotno postavljenim hipotezama ovog istraživanja. Pregledom sličnih istraživanja valja naglasiti kako su i drugi autori utvrdili kako abrazivni predtretman negativno djeluje na očuvanje biološki aktivnih spojeva (Cinquanta i sur., 2002; Somsong i sur., 2010), a što se može objasniti time da postupkom abrazije osim na voštanu prevlaku s površine kože ploda utječemo na degradaciju same kože, odnosno odstranjivanju dijela kože ploda u kojoj su pak prema strukturi samog ploda u najvećoj mjeri sadržani različiti polifenolni spojevi (Pevalek-Kozlina, 2004).

6. ZAKLJUČAK

Temeljem postavljenih hipoteza i ciljeva, te dobivenih rezultata istraživanja može se zaključiti:

1. Pomološka svojstva svježeg ploda šljive (masa, visina, širina i debljina ploda, kao i masa, duljina, širina i debljina koštice) sortna su svojstva. Sorte 'President' i 'Topend plus' imale su najveću masu, kao i najveću visinu, širinu i debljinu ploda u odnosu na sortu 'Bistrica'.

2. Za sve sorte u istraživanju utvrđeno je značajno kraće vrijeme sušenja kod uzoraka predtretiranih abrazijom 10 i 15 minuta, te lužinom (KOH) koncentracije 1 i 1,5 % pri temperaturi otopine 60 °C.

3. Parametri poput temperature, vrste otapala i koncentracije otapala značajno utječu na vrijeme sušenja ploda šljive. Viša temperatura (60 °C) i upotreba lužine veće koncentracije (1,5 %) značajno je skratila vrijeme sušenja plodova šljiva kod svih sorti.

Navedeni zaključci potvrđuju prvu hipotezu istraživanja.

4. Abrazivni predtretman pozitivno je utjecao na senzorska svojstva osušenog ploda i to boju tamno plavo/crno, okus na šljivu, slatki okus, sočnost, aroma na šljivu te gumoznost/žvakavost kod svih sorti u istraživanju. Najviše ocjene senzorske procjene utvrđene su za osušene plodove predtretirane abrazijom 10 min.

Navedeni zaključak potvrdio je drugu hipotezu istraživanja u segmentu pozitivnog djelovanja na senzorska svojstva suhe šljive.

5. Najveći udio biološki aktivnih spojeva (ukupnih fenola, hidroksicimentnih kiselina i flavonola) utvrđen je kod osušenih plodova svih sorti šljiva kemijski i toplinski predtretiranih, dok su najmanje vrijednosti istih utvrđene kod plodova predtretiranih abrazijom.

6. Predtretmani s KOH koncentracija 1 i 1,5 % pri obje temperature (22 i 60 °C) pozitivno su utjecali na udio bioaktivnih spojeva.

Navedeni zaključci nisu potvrdili drugu hipotezu u segmentu pretpostavke pozitivnog djelovanja abrazivnog predtretmana na očuvanje biološki aktivnih spojeva.

7. Sorta 'Topend plus' imala je najveći sadržaj svih bioaktivnih spojeva bez obzira na predtretman u odnosu na druge sorte.

8. Sorta 'Bistrica' neovisno o predtretmanu najbolje je ocijenjena za senzorna svojstva: boja osušenog ploda tamno plavo/crno, okus na šljivu, slatki okus, sočnost, aroma na šljivu, te gumoznost/žvakavost, dok je slabije ocijenjena za svojstvo mirisa na šljivu. Kod sorte 'Topend plus' najbolje je ocijenjeno senzorsko svojstvo za miris i čvrstoću/teksturu osušenog ploda.

9. Na vrijednosti fizikalnih svojstava osušenih plodova predtretman je imao značajan utjecaj. Kod sorte 'Bistrica' masa, visina, širina i debljina osušenog ploda bila je najveća kod predtretmana abrazijom, kod sorte 'Presidnet' najveća kod predtretmana KOH svih koncentracija 22 °C, te kod 'Tepend plus' kod predtretmana KOH svih koncentracija 60 °C.

Navedeni zaključci potvrdili su treću hipotezu istraživanja.

Primjenom inovativne i ekološki prihvatljive tehnike abrazivnog predtretmana plodova šljiva značajno se skraćuje vrijeme sušenja u usporedbi s konvencionalnim predtretmanima (toplinski i kemijski). Usporedbom učinkovitosti različitih načina predtretmana primijenjenih u okviru ovog istraživanja može se zaključiti kako abrazivni predtretmani doprinose očuvanju senzorskih i kvalitativnih svojstava ploda, kao i nutritivnoj vrijednosti. Ovakav vid predtretmana plodova šljive mogao bi u skoroj budućnosti djelomično ili u potpunosti zamijeniti kemijska predtretiranja plodova šljive.

7. POPIS LITERATURE

1. Abdi, N., Holford, P., McGlasson, W. B., Mizrahi, Y. (1997). Ripening behavior and responses to propylene in four cultivars of Japanese type plums. *Postharvest Biology and Technology*, 12 (1): 21-34.
2. Agencija za plaćanja u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju. (2017). Stanje površina u Arkod sustavu i Upisniku voćnjaka.
3. Aguilera, J.M., Stanley, D.W., (1999). *Microstructural Principles of Food Processing and Engineering*, 2nd edn., Gaithersburg, Aspen Publishers.
4. Almelda, I., Guine, R.P.F., Concalves, F., Correia, A.C. (2013). Comparison of drying processes for the production of raisins a seedless variety of grapes. *International Conference on Engineering ICEUBI2013 – Covilhã*, 10pp,
5. Antist, C. (2008). Snaga prirodnih sokova. Dušević i Kršovnik d.o.o., Rijeka, 15-19.
6. Anzin, B. N., Enikeev, H. K., Rožkov, M. I. (1956): Sliva, Moskva
7. Aradhya, M. K., Simon, C. J. (2004). Molecular characterization of variability and relationships among seven cultivated and selected wild species of *Prunus* L. using amplified fragment length polymorphism. *Scientia Horticulturae*, 103: 131–144.
8. Arjmandi, B.H. (2002). Dried Plums Improve Indices of Bone Formation in Postmenopausal Women. *Journal of Women's Health and Gender-Based Medicine* 11, no. 1: 61–68.
9. Atkins, P., De Paula, J. (2006). *Physical chemistry*. 8th Ed. W. H. Freeman, San Francisco, ISBN 0-7167-8759-8
10. Attaluri, A., Donahoe, R., Valestin, J., Brown, K., Rao, SS. (2011). Randomised clinical trial: dried plums (prunes) vs. psyllium for constipation. *Aliment Pharmacol Ther.* 33 (7): 822-828.
11. Belitz, H.D., Grosch, W., Schieberle, P. (2004). *Food Chemistry*, 3. Izmjenjeno izd., Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany, str. 806-860.
12. Bellini, E., Susino, U. (1991). *Frutticoltura speciale*, (Ed) Reda, Roma, pp. 288-332.
13. Beschreibende Sortenliste Steinobst (1997), Bundessortenamt. Hannover. Str 32 – 43
14. Bhoite, A.A. (2015). Studies on dehydration of plum using different sugar syrup treatments, *Food Science Research Journal*, 6 (2); 263-267
15. Bhutani, V.P., Joshi, V.K. (1995). Plum. *Fruit science and technology, production composition, storage i procesing* (eds. Salunkhe D.K., Kadam S.S) Marcel Dekker, Inc, New York, pp 203-241.

16. Blažek, J., Pištekova, I. (2009): Preliminary evaluation results of new plum cultivars in a dense planting. *Horticultural Science (Prague)*, 36: 45-54.
17. Board, P.W., (1988). *Quality control in fruit and vegetable processing*, FAO, Rome
18. Bozhkova, V. (2014). Chemical composition and sensory evaluation of plum fruits. *University journal of natural sciences*, 15(1): 31-35. Ž
19. Brnčić, M., Tripalo, M., Penava, A., Karlović, D., Ježek, D., Vilić Topić, D., Karlović, S., Bosiljkov, T. (2009). Primjena ultrazvuka visokog intenziteta pri obradi hrane. *Hrvatski časopis za prehrambenu tehnologiju, biotehnologiju i nutricionizam*, 4(1/2): 32-37.
20. Bubić, Š. (1977). *Specijalno voćarstvo*. Svjetlost, Sarajevo.
21. Bursać Kovačević, D., Dragović Uzelac, V., Vujević, P., Obradović, D. (2014). Effect of dipping treatments on the quality of dried plums. *International congress of food technologists biotechnologists and nutritionists*, 285 – 290.
22. Cabral, J.M.S., Best, D., Boross, L., Tramper, J. (1994). *Applied Biocatalysis*. Harwood academic publishers, Switzerland.
23. Carbonell, L., Izquierdo, L., (2007) Sensory analysis of Spanish mandarin juice. Selection of attributes and panel performance. *Food Qual. Pref.* 18, 329-341.
24. Cevallos-Casals, B., Byrne, D., Okie, W., Cisneros-Zevallos, L. (2006). Selecting new peach and plum genotypes rich in phenolic compounds and enhanced functional properties. *Food Chemistry*. 96, 273–280.
25. Chen, Y., Liu, B., Chang, Y. (2009). Bioactivities and sensory evaluation of Pu-erh teas made from three tea leaves in an improved pile fermentation process. *J. Biosci. Bioeng.* 109, 557-563.
26. Cheng, G. W., Crisosto, C. H. (1995). Browning Potential, Phenolic Composition, and Polyphenoloxidase Activity of Buffer Extracts of Peach and Nectarine Skin Tissue. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120 (5): 835–838.
27. Chun, O.K., Kim D. (2004). Consideration on equivalent chemicals in total phenolic assay of chlorogenic acid-rich plums, *Food Research International*, Vol. 37, pp. 337-342.
28. Cinquanta, L., Di Matteo, M., Esti, M. (2002). Physical pre-treatment of plums (*Prunus domestica*). Part 2. Effect on the quality characteristics of different prune cultivars. *Food Chemistry* 79: 233-238.
29. Clifford, M.N. (2000). Anthocyanins—nature, occurrence and dietary burden. *J. Sci. Food Agr.* 80(7), 1063-1072.
30. Crisosto, C.H. (1994). Stone fruit maturity indices: a descriptive review. *Postharvest News and Information* vol. 6; 65-68.
31. Crisosto, C.H, Mitchell, F. (2002). Postharvest handling systems: Stone fruits. Peach, nectarine and plum. In: Kader, A. (ed.), *Postharvest Technology of Horticultural Crops*, University of California Agriculture and Natural Resource, California, USA. p. 345-350.

32. Crisosto, C.H., Garner, D., Crisosto, G.M., Bowerman, E. (2004). Increasing 'Blackamber' plum (*Prunus salicina* Lindell) consumer acceptance. *Postharv. Biol. Technol.* 34, 237-244.
33. Cvejanov, S., Tošić, B., Gavrilović, M., Pejin, D., Grujić, O., Ružić, N. (2004). *Prehrambena tehnologija, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd*
34. Čmelik, Z. (2010). Klasični (ekstenzivni) voćnjaci u Hrvatskoj. *Pomologija Croatica*. Vol 16-210., br. 3 – 4.
35. Diaz-Mula, H. M., Zapata, P. J., Guillen, F., Castillo, S., Martinez-Romero, D., Valero, D., Settano, M. (2008). Changes in physiochemical and nutritive parameters and bioactive compounds during development and on-tree ripening of eight plum cultivars a comparative study. *J. Sci, Food Agric.* 88: 2499-2507.
36. Diezma-Iglesias B., Valero C., García-Ramos F.J., Ruiz-Altisent M. (2006). Monitoring of firmness evolution of peaches during storage by combining acoustic and impact methods. *Journal of Food Engineering*, 77-4: 926–935.
37. Di Matteo, M., Cinquanta, L., Galiero, G., Crescitelli, S. (2000). Effect of a novel physical pretreatment process on the drying kinetics of seedless grapes. *Journal of Food Engineering*, 46, 83–89.
38. Di Matteo, M., Cinquanta, L., Galiero, G., Crescitelli, S. (2002). Physical pre-treatment of plums (*Prunus domestica*). Part 1. Modeling the kinetics of drying. *Food Chemistry*, 79, 227–232.
39. Dobričević, N., Voća, S., Šic Žlabur, J., Čališ, L., Galić, A., Pliestić, S. (2014). Nutritivna vrijednost soka šljive sorte Stanley. 49. hrvatski i 9. međunarodni simpozij agronoma | Dubrovnik | Hrvatska 667 – 670.
40. Downing, A.J. (1855). *The fruit and fruit trees of America*. John Wiley. New York.
41. Doymaz, I., Pala, M. (2002). The effects of dipping pretreatments on air-drying rates of the seedless grapes. *Journal of Food Engineering*, 52, 413–417.
42. Doymaz, I., Pala, M. (2003). Effect of ethyl oleate on drying characteristics of mulberries. *Nahrung/Food*, 47(5), 304–308.
43. Dried fruit market in Germany. (2011). *Gegman Business Report*
44. Duralija, B. (2002). Vegetativne i generativne osobine stolnih sorti šljiva. *Pomologia Croatica* 8 (1-4), 51-64.
45. Durmaz, G., Cam, M., Kutlu, T., Hisil, Y. (2010). Some physical and chemical changes during fruit development of five common apricot (*Prunusarmeniaca* L.) cultivars. *Food Sci. Technol. Res* 16(1): 71-78.
46. Ekechukwu, O. V., Norton, B. (1999). Review of solar-energy drying systems II: an overview of solar drying technology. *Energy Conversion and Management*, 40, 615–655.

47. Ercisli, S. (2004). A short review of the fruit germplasm resources of Turkey. *Genet. Res. Crop Eval.*, 51. 419–435.
48. Ergunes, G., Tarhan, S. 2006. Color retention of red pepper by chemical pretreatments during greenhouse and open sun drying. *Journal of Food Engineering*, 76, 446–452.
49. Ertekin, C., Gozlecki, S., Kabas, O., Sonmez, S., Akinci, I. (2006). Some physical, pomological and nutritional properties of two plum (*Prunus domestica* L.) cultivars. *Journal of Food Engineering* 75: 508-514
50. FAOSTAT. (2018). <http://faostat3.fao.org/home/index.html#DOWNLOAD> pristup 9.3.2018
51. Filimon, R., Niculaua, M., Sârbu, S., Filimon, R., Arion, C. (2011). Determination of chromatic characteristics of the hydroalcoholic extracts obtained from the fruits of some cherry and sour cherry varieties. *Lucrări științifice, seria Agronomie* 54, 1, 124-129.
52. Fischer, M. (2003). *Farbatlas Obstsorten*. Eugen Ulmer GmbH i Co. Stuttgart (Hohenheim). Str. 176.
53. Gadže, J., Čmelik, Z., Kaštelanac, D. (2011). Pomološke i kemijske osobine introduciranih sorata šljive (*Prunus domestica* L.). *Pomologia Croatica* 17 (3-4) 67-75.
54. Gazor, H.R., Maadani, S., Behmadi, H. (2014). Influence of air temperature and pretreatment solutions on drying time, energy consumption and organoleptic properties of sour cherry. *Agriculturae conspectus scientificus* vol: 79 119-124.
55. Gil, M. I., Tomás-Barberán, F. A., Hess-Pierce, B., Kader, A. A. (2002). Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids, and vitamin C contents of nectarine, peach, and plum cultivars from California. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 4976–4982.
56. Gimenez, J., Kajda, P., Margomenou, L., Piggott, J.R. Zabetakis, I. (2001). A study on the color and sensory attributes of high-hydrostatic-pressure jams as compared with traditional jams. *Journal of the science of food and Agriculture*, 81 1228-1234.
57. Gonda, I. (2006). The role of pruning in the intensification of plum production. *International Journal of Horticultural Science*, 12(3): 83-86.
58. Govorčin, S., Sinković, T., Sedlar, T., Ištok, I., Vukadin, M. (2012). Neka fizikalna i mehanička svojstva drva šljive (*Prunus Domestica* L.). *Drvna Industrija* 63 (4), 291-295.
59. Grabowski, S., Marcotte, M., Ramaswamy, H. (2005). *Dehydrated Vegetables: Principles and Applications* in Hui, Y. H., Sherkat, F. (ed.): *Handbook of Food Science, Technology, and Engineering* - 4 Volume. CRC Press.
60. Gross, J. (1996). *Pigments in Vegetables: Chlorophylls and Carotenoids*. Van Nostrand Reinhold. New York, 1991. cit. u Von Elbe, J.H., Schwartz S.J.: *Colorants in Food*, O.R.: Food Chemistry. Marcel Dekker, Inc., New York.

61. Halapija Kazija, D., Jelačić, T., Vujević, P. (2009). Introdukcija novih sorata šljive – preliminarni rezultati, 44. hrvatski i 4. međunarodni simpozij agronoma, Opatija 827- 830
62. Hancock, J.F. (2008). Temperate Fruit Crop Breeding – Germplasm to Genomics. MSU USA. 151-176.
63. Harborne, J.B., Williams, C.A. (2000). Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochem.* 55, 481-504.
64. Hartmann, W. (1998). New plum cultivars from Hohenheim. *Acta Hort.* 478:171-174.
65. Hartmann, W. (1999). Jojo: la prima susina europea totalmente resistente a sharka. *Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura* 61: 68-69.
66. Hartmann, W. (2002). The importance of hypersensitivity for breeding plums and prunes resistant to plum pox virus (Sharka). *Acta Hort.* 577: 33-37.
67. Hartmann, W. (2003). *Farbatlas Alte Obstsorten*. Eugen Ulmer GmbHCo. Stuttgart (Hohenheim). Str 281.
68. Hartmann, W. (2006). Breeding for resistance: breeding for Plum pox virus resistant plums (*Prunus domestica* L.) in Germany. *OEPP/EPPO-Bulletin* 36: 332-336.
69. Henning, W., Herrmann, K. (1980). Flavonol glycosides of sweet cherries (*Prunus avium* L.) and sour cherries (*Prunus cerasus* L.). Phenolic constituents of fruits. *Lebensm. Unters.Forsch.* 770: 433-444.
70. Hooshmand, S., Kumar, A., Zhang, J.Y., Johnson, S.A., Chaid, S.C., Arjmandi B.H. (2015). Evidence for Anti-inflammatory and Antioxidative Properties of Dried Plum Polyphenols in Macrophage RAW 264.7 Cells. *Food and Function (Food Funct)*. 2015,6:1719
71. <http://www.schreiber-baum.at> (Zwetsckenunterlagen).
72. <http://www.artevos.de/sortenuuebersicht/sorte/topend-plus.html>
73. Infante, R., Contador, L., Rubio, P., Mesa, K., Meneses, C. (2011). Non-destructive monitoring of flesh softening in the black-skin Japanese plum “Angeleno” and “Autumn beaut” on-tree and postharvest. *Postharvest Biology and Technology* 61: 35-40.
74. Infante, R., Rubio, P., Contador, L., Noferini, M., Costa, G. (2011). Determination of harvest maturity of D`Agen plums using the chlorophyll absorbance index, *Cien. Inv. Agr.* 38(2): 199-203.
75. Islam, M. N., Joardder, M. U. H., Hoque, N. Uddin, S. (2013.). A Comparative Study on Pyrolysis for Liquid Oil from Different Biomass Solid Wastes. *Procedia Engineering*, 56, 643 – 649.
76. Ivančević, S., Mitrović D., Tošić D. (2003). Liofilization: New treatment of preserving food. *Traktori i pogonske mašine*, 8, 4, 198-202.
77. Izli, G. (2016). Total phenolics, antioxidant capacity, color and drying characteristics of dana fruit dried with different methods. *Food Science and Technology*, vol. 37

78. Jacob, H.B. (2007). Twenty-five years plum breeding in Geisenheim, Germany: breeding targets and previous realisations. *Acta Hort.* 734: 341-346.
79. Jakobek, L. (2013). Instrumentalne metode analize, vježbe. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek.
80. Jelen, P. (2005). Foods, 2. Food Technology in Wiley, J. (ed.): Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. Wiley. 8-13.
81. Jonathan, C., Greeves, N., Warren, S., Wothers, P. (2001). Organic chemistry. Oxford, Oxfordshire: Oxford University Press. ISBN 0-19-850346-6. <http://www.organic-chemistry.org/books/reviews/0198503466.shtm>
82. Jordović, M. (1980). An unusual spread of Sharka Virus. *Acta Horticulturae*, 94, 227-229.
83. Kader, A. A. (1999). Fruit maturity, ripening and quality relationships, *Acta Horticulturae* 485: 203-208.
84. Kader, A.A. (1999) Proceedings of International Symposium on the effect of pre – and post-harvest factors of storage on fruit. University of California, Davis, CA, 204-207.
85. Kapetanović, N. (1984). Podloge i sorte jabučastih i koštičavih voćaka. Svjetlost. Sarajevo.
86. Kim, D. O., Jeong, S. W., Lee, C. Y. (2003). Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chem.* 81 (3), 321–326.
87. Kovacs, S. (2013). Examination of the adaptation of German plum varieties in Hungary. *Hungarian Agricultural Research*, 22(2): 4–11.
88. Krokida, M.K., Maroulis, Z.B. (1997). Effect of drying method on shrinkage and porosity, *Drying Technology* 15: 2441-2458.
89. Krokida, M.K., Karathanos, V.T., Maroulis, Z.B. (2000). Compression analysis of dehydrated agricultural products. *Drying Technology* 18: 395-408.
90. Krokida, M.K., Maroulis, Z.B. (2000). Quality changes during drying of food materials, In: *Drying Technology in Agricultural and Food Science*. Science Publisher, Inc.: 61–106.
91. Krpina, I. (2004). Voćarstvo. Nakladni zavod Globus, Zagreb, str. 126-146.
92. Kristl, J., Slekovec, M., Tonjko, S., Unuk, T. (2011). Extractable antioxidants and non-extractable phenolics in the total antioxidant activity of selected plum cultivars (*Prunus domestica* L.). Evolution during on-tree ripening, *Food Chemistry* 125: 29-34.
93. Kudra, T.M., Strumillo, C. (1998). Thermal Processing of Bio-materials, Gordon and Breach Sci Publ., Amsterdam, The Netherlands, 669p.
94. Kunachowicz, H., Nadolona, J., Iwanow, K., (1998). Table wartości odżywczej produktów spożywczych (Food composition tables), Wyd. IZZ, Warszawa.
95. Kunze, L., Krezal, H. (1971). Transmission of sharka virus by aphids. *Ann. Phytopathol.* HS, 255 – 260.

96. Landeka, V. (2017). Ultrazvukom potpomognuto sušenje buče u vakuum sušari. Diplomski rad, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb.
97. Leon, M. A., Kumar, S., Bhattacharya, S. C. (2002). A comprehensive procedure for performance evaluation of solar food dryers. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 6, 367–393.
98. Lewis, M.J. (1987), *Physical properties of Food Processing Systems*, Chichester: Ellis Horwood Ltd. Pp. 51-68.
99. Lewicki, P.P. (2006). Design of hot air drying for betterfoods. *Trends in Food Science and Technology*, 17:153–163.
100. Lovrić, T. (2003). *Procesi u prehrambenoj industriji s osnovama prehrambenog inženjerstva*. Hinus, Zagreb, ISBN 987-953-6904-25-9
101. Macheix, J.J., Fleuriet, A., Billot, J. (1990). *Fruit Phenolics*. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.
102. Marković, V. (2009). *Tehnologija proizvodnje suhe šljive bez koštica*, Novi Sad: Samostalno izdanje. Štampa-grafika, Loznica.
103. Mattea, M., Urbician M.J., Rotstein E. (1989). Computer model of shrinkage and deformation of cellular tissue during dehydration. *Chemical Engineering Science* 44: 2853-2859.
104. McCabe, W.L., Smith, J.C. Harriott P. (1993). *Unit Operations of chemical Engineering*, 5 th end., McGraw-Hill. Singapore
105. Mičić, N., Đurić G., Cvetković, M. (2005). *Sistemi gajenja i rezidba šljive*. Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije, Beograd, 1-60.
106. Mihalache Arion, C., Tabart, J., Kevers, C., Niculaua, M., Filimon, R., Beceanu, D., Dommes, J. (2014). Antioxidant potential of different plum cultivars during storage. *Food Chem.* 146, 485–491.
107. Milatović D., Nikolić M., Miletić N. (2011). *Trešnja i višnja*. Naučno voćarsko društvo Srbije, Čačak
108. Miletić, N., Popović, B., Mitrović, O., Kandić, M. (2012). Phenolic content and antioxidant capacity of fruits of plum cv. 'Stanley' (*Prunus domestica* L.) as influenced by maturity stage and on-tree ripening, *AJCS* 6 (4), 681-687.
109. Miletić, N., Popović, B., Mitrović, O., Kandić, M., Leposavić, A. (2014). Phenolic compounds and antioxidant capacity of dried and candied fruits commonly consumed in Serbia, *Czech J.Food Sci.* vol. 32, 360-368.
110. Milić, B., Đilas, S., Brunet-Čanadanović, J., Sakač, M. (2000). *Biljni polifenoli*, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
111. Miljković, I. (1991). *Suvremeno voćarstvo*, Znanje, Zagreb.

112. Milošević T., Milošević N. 2012. Factors influencing mineral composition of plum fruits. J. Elem. 17(3): 453 - 464
113. Mircea, E. D. (1995). Fruit and vegetable processing, FAO Agricultural services bulletin No.119, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
114. Mišić, P.D. (2006). Šljiva. Partenon, Beograd.
115. Mitrović, O., Zlatković, B., Kandić, M., Gavrilović-Damnjanović, J., Popović, B., Milinković, V. (2009). Voćarstvo, Tehnološke karakteristike ploda nekih novih sorti šljive za sušenje, vol. 43, br. 167-168. str. 101-106.
116. Moore, J. N., Ballington, J. R. (1990). Genetic resources of temperate fruit and nut crops. International Society for Horticultural Science, Wageningen.
117. Mratinić, E., Đuović, D. (2015). Biološke osnove čuvanja voća, Partenon, M.A.M. Sistem, Vibek Agrar, Beograd.
118. Najafabad, A.M., Morabbi, R. (2014). Free radical scavenging capacity and antioxidant activity of methanolic and ethanolic extracts of plum (*Prunus domestica* L.) in both fresh and dried samples Avicenna J Phytomed Sep-Oct; 4(5): 343–353.
119. Nardini, M., D'Aquino, M., Tomassi, G., Gentili, V., Di Felice, M., Scaccini C. (1995). Inhibition of human low-density lipoprotein oxidation by caffeic acid and other hydroxycinnamic acid derivatives. Free Radical Biol. Med.19: 541-552.
120. Neumüller, M. (2011). Fundamental and applied aspects of plum (*Prunus domestica*) breeding, Fruit, vegetable and cereal science and biotechnology, global science books 139-156.
121. Nieto-Sandoval, J.M., Fernández-López, J.A., Almela, L., Muñoz, J.A. (1999). Dependence between apparent color and extractable color in paprika. Color Research and Application, 24, 2, 93-97.
122. Niketić, M. (1953). Šljiva – Sortno voće. Zadružna knjiga, Beograd.
123. Niketić-Aleksić, G. (1988). Tehnologija voća i povrća, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
124. Nikolić, V., (1949). Nove viroze koštičavog voća u FNRJ. Zaštita bilja, 3, 63 -70.
125. Noller, C. R. (1968). Kemija organskih spojeva. Glavni urednik: Zvonko Vistrička. Izdavač: Tehnička knjiga, Zagreb. Str. 809.
126. Oztekin, S., Bascetincelik, A., Sosyal, Y. (1999). Crop drying programme in Turkey. Renewable Energy, 16, 789–794.
127. Penzar, I., Penzar, B. (1989). Agroklimatologija. Školska knjiga, Zagreb.
128. Perez-Marin, D., Paz, P., Guerrero, J. E., Garrido-Varo, A., Sanchez, M. T. (2010). Miniature handheld NIR sensor for the on-site non-destructive assessment of post-harvest quality and refrigerated storage behavior in plums. Journal of Food Engineering 99: 294-302.
129. Pevalek-Kozlina, B. (2004). Fiziologija bilja. Profil, Zagreb.

130. Piga, A., Del Caro, A., Corda, G. (2003). From plums to prunes: influence of drying parameters on polyphenols and antioxidant activity. *J Agric Food Chem.* 2003 Jun 4;51(12): 3675-81.
131. Pleše, N., (1969). Virus šarke šljive na području Zagreba. *Agronomski Glasnik* 10-12: 719-724.
132. Potter, N.N., Hotchkiss, J.H. (1998). *Food science*, Springer Science-Business Media New York, 5rd edition.
133. Potter, D., Eriksson, T., Evans, R. C., Oh, S., Smedmark J., Morgan, D. R., Kerr M., Robertson K. R., Arsenault, M., Dickinson, T. A., Campbell ,C. S. (2007). Phylogeny and classification of Rosaceae. *Plant Systematics and Evolution*, 266: 5–43.
134. Price, W. E., Sabarez, H. T., Storey, R., Back, P. J. (2000). Role of the waxy skin layer in moisture loss during dehydration of prunes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 4193–4198.
135. Public Chemistry: Gallic acid, 2015.
<http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/370#section=Top> [2.1.2018.]
136. Radić, I. (1905.). *Voće i njegova upotreba*, Tisak C. Albrechta (Maravić i Dečak), Zagreb
137. Radić I. (1908). *Korist od šljive*. Hrvatsko društvo za pučku prosvjetu. Zagreb.
138. Ramos, I.N., Brandao, T.R.S., Silva C.L.M. (2003). Structural Changes During Air Drying of Fruits and Vegetables, In: *Food Science and Technology International*. 9(3) PP 201-206.
139. Rapisarda, P., Tomaino, A., Lo Cascio, R., Bonina, R., De Pasquale, A., Saija, A. (1999). Antioxidant effectiveness as influenced by phenolic content of fresh orange juices. *J. Agric. Food Chem.* 47, 4718-4723.
140. Reeve, R.M. (1970), Relationships of histological structure to texture of fresh and processed fruits and vegetables, *Journal of Texture Studies* 1: 247-284.
141. Rehder, A. (1954.). *Manual of cultivated trees and shrubs hardy in North America*. 1-966, Mac-Millan, New York.
142. Režek Jambrak, A., Leles, V., Herceg, Z., Badnjak, M., Werner, Z. (2010). Primjena ultrazvuka visoke snage u sušenju voća i povrća. *Kemija u industriji*, 59(4): 169-177.
143. Rhodes M.J.C., Woollorton L.S.C., Hill A.C. (1981). Changes in phenolic metabolism in fruit and vegetable tissues under stress. In: *Recent advances in the biochemistry of fruit and vegetables* (Friend J., Rhodes M.J.C. (Eds)): 191-220.
144. Rice-Evans C. A., Miller N. J., Paganga G. (1996). Structureantioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biol. Med.* 20: 933-956.
145. Robards, K., Prenzler, P.D., Tucker, G., Swatsitang, P., Glover, W. (1999). Phenolic compounds and their role in oxidative process in fruits. *Food Chem.* 66, 401-436.

146. Rupasinghe, H. P. V., Jaysankar S., Lay, W. (2006). Variation in total phenolics and antioxidant capacity among European plum genotypes, *Scientia Horticulturae* 108: 243-246.
147. Sabarez, H., Price, W. E., Back, P. J., Woolf, L. A. (1997). Modelling the kinetics of drying of d'Agen plums (*Prunus domestica*). *Food Chemistry*, 60(3), 371–382.
148. Sabarez, H. T., Price, W. E. (1999). A diffusion model for prune dehydration. *Journal of Food Engineering*, 42, 167–172.
149. Safi, N. E., Cheynier, V., Moutounet, M. (2003). Implication of phenolic reactions in food organoleptic properties. *J. Food Comp. Anal.* 16: 535–553.
150. Sahamishirazi, S., Moehring, J., Wilhelm, C., Graff-Hoenninger, S. (2016). Quality assessment of 178 cultivars of plum regarding phenolic, anthocyanin and sugar content., *Food Chemistry* 214, 694-701.
151. Samogyi L., (1996). *Processing fruit -biology, principles and application*, Technomic, Lancaster.
152. Samogyi L., (1996). *Processing fruit major processed product*, Technomic, Lancaster.
153. Sapers, G.M., Ziolkowski, M.A. (1987). Comparison of erythorbic and ascorbic acids as inhibitors of enzymatic browning in apple. *J. Food Science*, 52(6): 1732-1733, 1747.
154. Scalbert A., Manach C., Moran C., i Remesy C. (2005). Dietary Polyphenols and the Prevention of Diseases. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*.45. 287-306.
155. Shivashankara K.S., Acharya S.N. (2010) Bioavailability of Dietary Polyphenols and the Cardiovascular Diseases. *The Open Nutraceuticals Journal*.3,227-241.
156. Silvestroni, O. (2012). Vocazionalita ambientale, clima e singoli elemnti climatici, *Arboricoltura generale*, pp 284 - 295.
157. Spinardi A.M., Visai C., Bertazza G. (2005). Effect of rootstock on fruit quality of two sweet cherry cultivar. *Acta Horticulturae*. 667: 201-206.
158. Stacewicz-Sapuntzakis, M., Bowen, P.E., Hussain, E.A., Damayanti-Wood, B.I., Farnsworth, N.R. (2001). Chemical composition and potential health effects of prunes: a functional food?, *Crit Rev Food Sci Nutr.* 41(4):251-86.
159. Stančević, S. (2004) *Šljiva, Mala poljoprivredna biblioteka*, Nolit
160. „STATISTICA 64 ver. 10“ (2011), StatSoft, Inc (SAD)
161. Statistički ljetopis Republika Hrvatska. (2016). strana 275, Državni zavod za statistiku. www.dzs.hr
162. Storey, R., Price, W. E. (1999). Microstructure of the skin of d'Agen plums. *Scientia Horticulturae*, 81, 279–286.
163. Šeruga, M. (1988). *Kolorimetrija*. Laboratorijske vježbe iz fizikalne kemije. PTF, Osijek.
164. Štampar, K. (1966). *Opće voćarstvo I dio*, Zagreb.

165. Šumić, Z. (2014). Optimizacija sušenja voća u vakumu. Doktorska disertacija, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
166. Tahtadžjan, A.L. (1966). Sistema i filogenija cvetovih rastenij. Moskva – Leningrad.
167. Tarhan, S. (2007). Selection of chemical and thermal pretreatment combination for plum drying at low and moderate drying air temperatures. *Journal of Food Engineering* 79: 255–260.
168. Tepić, A. (2005). Promjena boje začinske mljevene paprike i zaštitno djelovanje antioksidanata, Magistarski rad, Novi Sad, Tehnološki fakultet
169. Tomás-Barberán, F., Espín, J.C. (2001). Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality of fruits and vegetables. *J. Sci. Food Agric.* 81, 853-876.
170. Topić, R. M., Topić, G.R, Aćimović, D. (2001). Opravdanost korišćenja sublimacionog sušenja sa aspekta karakteristika i vrednosti potrebne energije. *Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu*, 3, pp: 81-84
171. Unuk, T., Vogrin, A., Tojnko, S., Kristl, J., Zadravec, P., Čmelik, Z. (2011). Problematika određivanja roka berbe šljive. *Proceedings. 46th Croatian and 6th International Symposium on Agriculture. Opatija. Croatia.* 1079-1082.
172. USDA (United States Department of Agriculture). (2016., National Nutrient Database for Standard Reference
173. Usenik, V., Fajt, N., Štampar, F. (2007). Pomological and phenological characteristics of some Slovenian plum cultivars, *Acta Horti*, 734: 53–59.
174. Usenik, V., Kastelec, D., Veberič, R., Štampar, F. (2008). Quality changes during ripening of plum (*Prunus domestica* L.), *Food Chemistry*, 111:830-836.
175. Usenik, V., Štampar, F., Veberič, R. (2009). Anthocyanins and fruit colour in plums (*Prunus domestica* L.) during ripening, *Food Chemistry* 114: 529-534.
176. Vitolović V. (1949). Specijalno voćarstvo. Poljoprivredno izdavačko preduzeće. Beograd.
177. Voća, S., Dobričević, N., Šindrak, Z., Borošić, J., Benko, B. (2007). Quality of Tomatoes grown on Different Substrates and Harvested in Three Harvest Periods. *Deutsche Lebensmittel Rundschau* 9: 431-437.
178. Voća, S., Galić, A., Šindrak, Z., Dobričević, N., Pliestić, S., Družić, J. (2012) Chemical composition and antioxidant capacity of three plum cultivars. *Agric. conspec. sci.* 74 (3), 273-276.
179. Vračar, Lj. (2001). Priručnik za kontrolu kvaliteta svežeg i prerađenog voća, povrća i pečurki i osvežavajućih bezalkoholnih pića, Novi Sad.
180. Vrsaljko, A. (2010). Taksonomska pripadnost maraske (*Prunus cerasus* var. *marasca*). *Pomologia Croatica*, 16(3-4): 109-120.

181. Walkowiak-Tomczak, D., Regula, J., Lysiak, G. (2008). Physicochemical properties and antioxidant activity of selected plum cultivars fruit. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment* 7(4):15-22.
182. Watkins, R. (1976). Cherry, plum, peach, apricot and almond. N.W. Simmonds (Ed.), *Evolution of Crop Plants*, Longman, London, New York, pp. 242–247.
183. Welti-Chanes, J., Bermúdez, D., Valdez-Fragoso, A., Mújica-Paz, H., Alzamora, S.M. (2005). Dehydrated Vegetables: Principles and Applications in Hui, Y. H., Sherkat, F. (ed.): *Handbook of Food Science, Technology, and Engineering - 4 Volume*. CRC Press. pp. 1-61.
184. Wilkinson, C., Dijksterhuis G.B., Minekus M. (2000). From food structure to texture, *Trend sin Food Science and Technology* 11: 442-450.
185. Wills, R.B.H; Scriven, F.M; Greenfield, H. (1983) Nutrient composition of stone fruit (*Prunus* spp.) cultivars: Apricot, cherry, nectarine, peach and plum. *Journal of the science of food and agriculture* 34 pp 1383-1389
186. www <http://nutritiondata.self.com/facts/fruits-and-fruit-juices> /2032/2 Plums, rav pristupljeno 2.5.2018
187. Xiao, Z.P., Peng, Z.Y., Peng, M.J., Yan, W.B., Ouyang, Y.Z., Zhu, H.L. (2011). Flavonoids health benefits and their molecular mechanism. *Mini-Reviews in Medicinal Chemistry*, 11: 169-177.
188. Yadav, P.K., Singh, V.K., Yadav, S., Yadav, K.D.S., Yadav, D. (2009). In silico analysis of pectin lyase and pectinase sequences. *Biochemistry (Moscow)*; 74: 1049-1055.
189. Yeats, T.H., Rose, J.K.C. (2013). The formation and function of plant cuticles, *Plant Physiology*, Vol. 163, pp. 5 – 20.
190. Zogzas, N.P., Maroulis, Z.B., Marinos-Kouris, D. (1994). Densities, shrinkage and porosity of some vegetables during air drying, *Drying Technology* 12: 1653-1666.
191. Zuzunaga, M., Serrano, M., Martínez-Romero, D., Valero, D., Riquelme F. (2001). Comparative study of two plum (*Prunus salicina* Lindl.) cultivars during growth and ripening. *Food Sci. Tech. Int.* 7, 123-130.

ŽIVOTOPIS AUTORA

Tvrtko Jelačić rođen je 16. travnja 1976. godine u Zagrebu. Osnovnu i srednju školu (Poljoprivrednu) završio je u Zagrebu. Diplomirao je 2003. godine na Agronomskom fakultetu, Sveučilišta u Zagrebu stekavši akademski naziv diplomiranog inženjera poljoprivrede smjer Voćarstvo, vinogradarstvo i vinarstvo. Od 2004. godine pa do danas zaposlen je u Zavodu za voćarstvo Hrvatskog centra za poljoprivredu, hranu i selo na poslovima proizvodnje, održavanja pokusnih površina u Donjoj Zelini i Kaštelama, introdukciji, ispitivanju novih i autohtonih sorti voćnih vrsta u agroekološkim uvjetima Hrvatske. Od 2012. godine pa do danas rukovoditelj je Odjela za proizvodnju održavanje i analitiku.

POPIS OBJAVLJENIH ZNANSTVENIH I STRUČNIH RADOVA

1. Bernardica Milinović, Verica Dragović-Uzelac, Dunja Halapija Kazija, Tvrtko Jelačić, Predrag Vujević, Danijel Čiček, Ante Biško, Zlatko Čmelik. (2016). Influence of four different dwarfing rootstocks on phenolic acids and anthocyanin composition of sweet cherry (*Prunus avium* L.) cvs. 'Kordia' and 'Regina' // *Journal of Applied Botany and Food Quality* 89: 29 – 37 (DOI) 10.5073/JABFQ.2016.089.004
2. Halapija Kazija, Dunja; Jelačić, Tvrtko; Vujević, Predrag; Milinović, Bernardica; Čiček, Danijel; Biško, Ante; Pejić, Ivan; Šimon, Silvio; Žulj Mihaljević, Maja; Pecina, Marija; Nikolić, Dragan; Grahić, Jasmin; Drkenda, Pakeza; Gaši Fuad. (2014). Plum germplasm in Croatia and neighboring countries assessed by microsatellites and DUS descriptors. // *Tree genetics & genomes*. (DOI) 10.1007/s11295-014-0721-5
3. Milinović B., Jelačić T., Halapija Kazija D., Čiček D., Vujević P., Čmelik Z., (2013). The Effect of Weather Conditions on Fruit Skin Colour Development and Pomological Characteristics of Four Apricot Cultivars Planted in Donja Zelina. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 77, 4; 191-197
4. Halapija Kazija D., Drkenda P., Šimon S., Žulj M., Gaši F., Nikolić D., Vujević P., Jelačić T., Milinović B., Kurtović M., Pejić I., (2013), Genetic identification of 'Bistrica' and her synonyms 'Požegača' and 'Hauszwetsche' (*Prunus domestica* L.) using SSRs. // *Acta Horticulturae*. 976; 285-290
5. Milinović B., Jelačić T., Halapija Kazija D., Čiček D., Vujević P., (2012). Fenološka, pomološka i fizikalna svojstva 13 sorti višnje (*Prunus cerasus* L.) posađenih u D. Zelini – preliminarni rezultati, *Pomologia Croatica*, 18, 17-32
6. Vujević P., Vahčić N., Milinović B., Jelačić T., Halapija Kazija D., Čmelik Z. (2010) Pomological and proximate chemical composition of Hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties grown in Croatia. *African Journal of Agricultural Research*. 5, 15; 2023-2029

7. Jelačić T., Dermic E., Halapija Kazija D., Vujević P., Savić Z. Biško A., Cvjetković B. (2008), Analysis of autochthonous plum genotypes (*Prunus domestica* L.) in Croatia for the presence of plum pox virus, Journal of plant pathology, 90, pp. S3-S7.

POPIS OBJAVLJENIH SAŽETAKA S NACIONALNIH SKUPOVA

1. Jelačić T., Milinović B., Halapija Kazija D., Čiček D., Vujević P. (2018). Senzorska procjena sušenih plodova sorti šljive podvrgnutih kemijskim i mehaničkim predtretmanima. Zbornik sažetaka / 53. hrvatski i 13. međunarodni znanstveni simpozij agronoma Poljoprivredni fakultet Osijek, 247-248.
2. Jelačić T., Milinović B., Halapija Kazija D., Vujević P., Čiček D., Biško A. (2017). Utjecaj predtretmana u procesu sušenja šljiva. Zbornik sažetaka / 52. hrvatski i 12. međunarodni znanstveni simpozij agronoma Poljoprivredni fakultet Osijek, 241-242.
3. Jelačić T., Milinović B., Halapija Kazija D., Čiček D., Vujević P., Biško A. Dragović Uzelac V., Voća S. (2016). Influence of different pretreatments efficiency on plum fruit drying. XI International symposium on plum and prune genetics, breeding and pomology, ISHS, Freising – Weihenstephan, Germany pp.69.
4. Biško A., Jelačić T., Savić Z., Miloloža D., Brus K. (2016). The plum industry in the republic of Croatia. XI International symposium on plum and prune genetics, breeding and pomology, ISHS, Freising – Weihenstephan, Germany pp.41.
5. Jelačić T., Milinović B., Halapija Kazija D., Čiček D., Vujević P. (2016). Organoleptička analiza sušenih šljiva podvrgnutih mehaničkim i kemijskim predtretmanima. Zbornik sažetaka / 51. hrvatski i 11. međunarodni znanstveni simpozij agronoma Agronomski fakultet Zagreb, 241-242.
6. Jelačić T., Milinović B., Čiček D., Halapija Kazija D., Vujević P. (2014). Utjecaj tretiranja preparatom na bazi *Thiobacillus* spp. Na fizikalno-kemijska svojstva ploda šljive (*Prunus domestica* L.). Zbornik sažetaka / 49. hrvatski i 9. međunarodni znanstveni simpozij agronoma Poljoprivredni fakultet Osijek, 201-202.
7. Jelačić T., Milinović B., Halapija Kazija D., Čiček D., Vujević P., Biško A. (2013). Prikladnost nekih sorti jabuka za sušenje. Zbornik sažetaka / 48. hrvatski i 8. međunarodni znanstveni simpozij agronoma Poljoprivredni fakultet Osijek, 302-303
8. Milinović B., Jelačić T., Halapija Kazija D., Čiček D., Biško A., Vujević P. (2013). Rezultati usporednih morfoloških i pomoloških mjerenja dva uzgojna oblika za jabuku na pokušalištu Donja Zelina / Zbornik sažetaka, 48. hrvatski i 8. međunarodni simpozij agronoma. Osijek: Poljoprivredni fakultet,

9. Halapija Kazija D., Milinović B., Jelačić T., Čiček D., Vujević P. (2012) Utjecaj vremenskih prilika na kvalitetu plodova nekih sorti jabuka iz grupe Crveni delišes. Zbornik sažetaka 7. znanstveno – stručno savjetovanje hrvatskih voćara s međunarodnim sudjelovanjem: 33
10. Čiček D., Jelačić T., Milinović B., Halapija Kazija D., Vujević P. (2012) Pomometrijska svojstva plodova i osobine rodnosti sorti jabuka otpornih na fuzikladij. Zbornik sažetaka 7. znanstveno – stručno savjetovanje hrvatskih voćara s međunarodnim sudjelovanjem: 41
11. Milinović B., Jelačić T., Halapija Kazija D., Čiček D., Vujević P. (2012) Introdukcija sorti višnje (*Prunus cerasus* L.) na pokušalištu Donja Zelina. Zbornik sažetaka 7. znanstveno – stručno savjetovanje hrvatskih voćara s međunarodnim sudjelovanjem: 53
12. Jelačić T., Milinović B., Halapija Kazija D., Čiček D., Vujević P. Biško A., Savić Z. (2012) Osobine nekih kultivara borovnice (*Vaccinium corymbosum*). Zbornik sažetaka 7. znanstveno – stručno savjetovanje hrvatskih voćara s međunarodnim sudjelovanjem: 59
13. Jelačić T., Milinović B., Halapija Kazija D., Čiček D., Vujević P. (2012) Morfološke i fenološke različitosti crvenog, crnog i bijelog ribiza. Zbornik sažetaka 5. međunarodni znanstveno stručni skup hrvatsko oplemenjivanje bilja, sjemenarstvo, rasadničarstvo i europske integracije: 54
14. Vujević P., Jelačić T., Milinović B., Halapija Kazija D., Čiček D. (2012) Rezultati introdukcije i primjene novih tehnologija u uzgoju američke borovnice. Zbornik sažetaka 5. međunarodni znanstveno stručni skup hrvatsko oplemenjivanje bilja, sjemenarstvo, rasadničarstvo i europske integracije: 55
15. Čiček D., Jelačić T., Milinović B., Halapija Kazija D., Vujević P. (2012) Karakteristike rodnosti i ploda 17 sorti jabuka (*Malus domestica* Borkh.) otpornih na fuzikladij. Zbornik sažetaka 47. hrvatski i 7. međunarodni simpozij agronoma: 246 - 247
16. Halapija Kazija D., Milinović B., Jelačić T., Čiček D., Vujević P. (2012) Pomološke karakteristike četiri sorte jabuke grupe Crveni Delišes. Zbornik sažetaka 47. hrvatski i 7. međunarodni simpozij agronoma: 248 - 249
17. Milinović B., Jelačić T., Halapija Kazija D., Čiček D., Vujević P. (2012) Pomološka svojstva 13 sorti višnje (*Prunus cerasus* L.) posađenih u D. Zelini – preliminarni rezultati. Zbornik sažetaka 47. hrvatski i 7. međunarodni simpozij agronoma: 254 - 255
18. Jelačić T., Milinović B., Halapija Kazija D., Čiček D., Vujević P. Savić Z., Biško A. (2012) Preliminarni rezultati istraživanja pomoloških karakteristika 13 sorti borovnice (*Vaccinium* spp.). Zbornik sažetaka 47. hrvatski i 7. međunarodni simpozij agronoma: 256 -257

19. Vujević P., Jelačić T., Milinović B., Čiček D., Halapija Kazija D., Biško A. (2011) Značajke introduciranih sorti i podloga kruške u agroekološkim uvjetima Donje Zeline. Zbornik sažetaka 4. međunarodni znanstveno stručni skup hrvatsko oplemenjivanje bilja, sjemenarstvo, rasadničarstvo i europske integracije: 69
20. Milinović B., Jelačić T., Vujević P., Biško A., Čmelik Z. (2011) Različitosti u razvoju boje i pomoloških svojstava četiri sorte marelice posađenih u Donjoj Zelini - preliminarni rezultati. Zbornik sažetaka 46. hrvatski i 6. međunarodni simpozij agronoma: 281 - 282
21. Jelačić T., Milinović B., Vujević P., Halapija Kazija D., Biško A. (2011) Preliminarni rezultati istraživanja pomoloških karakteristika sedam sorti ribiza - rezultati 2010. Godine. Zbornik sažetaka 46. hrvatski i 6. međunarodni simpozij agronoma: 283 – 284
22. Vujević P., Jelačić T., Milinović B., Halapija Kazija D., Biško A. (2010) Introdukcija novih podloga za uzgoj šljive u gustim nasadima. Zbornik sažetaka 3. međunarodni znanstveno stručni skup hrvatsko oplemenjivanje bilja, sjemenarstvo, rasadničarstvo i europske integracije: 56
23. Jelačić T., Vujević P., Halapija Kazija D., Milinović B. (2010) Nove sorte jabuka ranijeg vremena dozrijevanja. Zbornik sažetaka 5. znanstveno – stručno savjetovanje hrvatskih voćara s međunarodnim sudjelovanjem: 16
24. Vujević P., Jelačić T., Halapija Kazija D., Milinović B., Biško A. (2010) Nove tehnologije i sorte marelica. Zbornik sažetaka 5. znanstveno – stručno savjetovanje hrvatskih voćara s međunarodnim sudjelovanjem: 66
25. Halapija Kazija D., Milinović B., Jelačić T., Vujević P., Ante B. (2010) Preliminarni rezultati istraživanja karakteristika nekih introduciranih čeških sorti trešanja – rezultati 2009. godine. Zbornik sažetaka 45. hrvatski i 5. međunarodni simpozij agronoma: 253 – 254
26. Jelačić T., Halapija Kazija D., Milinović B., Vujević P., Biško A. (2010) Fizikalne i organoleptičke značajke sorti jabuka iz grupe Gala. Zbornik sažetaka 45. hrvatski i 5. međunarodni simpozij agronoma: 255 - 256
27. Bernarda Milinović, Dunja Halapija Kazija, Tvrtko Jelačić, Predrag Vujević, Ante Biško (2010) Rezultati organoleptičkog ocjenjivanja sorti šljiva posađenih u introdukcijskim pokusima u Donjoj Zelini. Zbornik sažetaka 45. hrvatski i 5. međunarodni simpozij agronoma: 257 – 258

AUTORSKE PUBLIKACIJE (brošure, priručnici, monografije)

1. Vujević P., Milinović B., Jelačić T., Halapija Kazija D., Čiček D. (2010) Sorte voćnih vrsta: Jabuka, Kruška. HCPHS, Zagreb